

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 4月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-118801

[ST.10/C]:

[JP2003-118801]

出 願 人

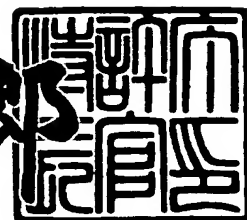
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3037750

【書類名】 特許願

【整理番号】 544796JP01

【提出日】 平成15年 4月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61N 5/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 原田 久

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線照射装置および放射線照射方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加速器から輸送された放射線ビームを照射台上に配置された被照射箇所照射する放射線照射装置において、

上記放射線ビームの遮断を行うビーム遮断手段と、

複数回の上記放射線ビームの照射により形成される重畳領域を含む複数の照射領域で上記被照射箇所全面が照射されるように上記照射台の位置を制御する位置制御手段と、

上記各照射領域の上記重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、上記複数回の放射線ビームの照射により上記重畳領域を含めて上記被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御手段とを有することを特徴とする放射線照射装置。

【請求項 2】 上記勾配は、直線で近似できることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 3】 上記勾配は、異なった傾きを有し、連結された 2 つ以上の直線で近似できることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 4】 上記勾配は、階段状に変化することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 5】 上記勾配は、曲線で近似できることを特徴とした請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 6】 上記多葉コリメータ制御手段は、複数の対向するリーフを備えた多葉コリメータを有し、

上記多葉コリメータ制御手段は、少なくとも一方の上記リーフを移動することによって、上記重畳領域と非重畳領域との境界から他の照射領域に向かって上記重畳領域へ照射される線量を減少させることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の放射線照射装置。

【請求項 7】 上記多葉コリメータは、遠隔操作が可能であることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線照射装置。

【請求項 8】 上記リーフの移動方向は、上記線量の減少方向に平行であることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線照射装置。

【請求項 9】 上記リーフの移動方向は、上記線量の減少方向に垂直であることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線照射装置。

【請求項 10】 上記被照射箇所は、放射線を照射しない領域を囲んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 11】 少なくとも 2 つ以上の上記照射領域に対して共通して使用できる補償フィルタと、一の上記照射領域から他の上記照射領域に照射を変更するとき、上記補償フィルタの位置を照射に適切な位置まで移動するフィルタ移動機構とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線照射装置。

【請求項 12】 上記補償フィルタの位置を照合するフィルタ照合機構を有することを特徴とする請求項 11 に記載の放射線照射装置。

【請求項 13】 放射線治療装置に備えられたことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の放射線照射装置。

【請求項 14】 放射線の照射を必要とする被照射箇所を、一部重畳した 2 つの照射領域に区分けするステップと、

上記第一の照射領域の重畳領域へ照射する線量分布が、上記重畳領域と非重畳領域との境界から第二の照射領域に向かって減少する勾配を有するように第一の照射領域に対して放射線の照射を行うステップと、

上記第二の照射領域の重畳領域へ照射される線量分布が、上記重畳領域と非重畳領域との境界から第一の照射領域に向かって減少する勾配を有し、かつ上記被照射箇所での線量分布が平坦になるように照射するステップとを有することを特徴とする放射線照射方法。

【請求項 15】 放射線の照射を必要とする被照射箇所を、隣接する 1 つだけの照射領域と一部重畳した 3 つの照射領域に区分けするステップと、

第二又は第三の照射領域とそれぞれ重畳している上記第一の照射領域の 2 つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれの上記重畳領域と第一の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第二又は第三の照射領域に向かって減少する勾配を有するように上記第一の照射領域に対して放射線の照射を行うステップと、

第一又は第三の照射領域とそれぞれ重畳している上記第二の照射領域の2つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれの上記重畳領域と第二の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第一又は第三の照射領域に向かって減少する勾配を有し、かつ上記第一の照射領域とだけ重畳した重畳領域での合計線量分布が平坦になるように照射するステップと、

第一又は第二の照射領域とそれぞれ重畳している上記第三の照射領域の2つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれの上記重畳領域と第三の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第一又は第二の照射領域に向かって減少する勾配を有し、かつ上記第一又は第二の照射領域とだけ重畳した重畳領域での合計線量分布が平坦になるように照射するステップとを有したことを特徴とする放射線照射方法。

【請求項16】 放射線の照射を必要とする被照射箇所を、一部で全てが重畳した3つの照射領域に区分けするステップと、

第二又は第三の照射領域とそれぞれ重畳している上記第一の照射領域の2つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれ2つの上記重畳領域と第一の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第二又は第三の照射領域に向かって減少する勾配を有するように上記第一の照射領域に対して放射線の照射を行うステップと、

第一又は第三の照射領域とそれぞれ重畳している上記第二の照射領域の2つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれ2つの上記重畳領域と第二の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第一又は第三の照射領域に向かって減少する勾配を有し、かつ上記第一の照射領域と重畳した重畳領域での合計線量分布が平坦になるように照射するステップと、

第一又は第二の照射領域とそれぞれ重畳している上記第三の照射領域の2つの重畳領域へ照射される線量分布が、それぞれ2つの上記重畳領域と第三の照射領域の非重畳領域との境界からそれぞれ第一又は第二の照射領域に向かって減少する勾配を有し、かつ上記第一又は第二の照射領域と重畳した重畳領域での合計線量分布が平坦になるように、かつ上記第一及び第二の照射領域と重畳している第三の照射領域の重畳領域での合計線量が平坦になるように照射するステップとを

有したことを特徴とする放射線照射方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、被照射箇所粒子線を照射する放射線照射装置およびこの装置を使用した放射線照射方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来のこの種の粒子線を用いてがん治療を行う放射線照射装置の照射野を拡大する方法として、一般的に二重散乱体法とワブラ法とがある。二重散乱体法では散乱体を2枚設けておき、そこをビームが通過することにより中心部近傍に均一な線量分布が作れる。ワブラ法では、電磁石を用いてビームを円周上に振り、散乱体に当てることで円の中心部近傍に均一な線量分布を作ることができる。このようにして得られた照射野は、通常15cm×15cmから20cm×20cm程度であり、多くの症例に対し、被照射箇所を照射するのに十分な大きさである（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

【特許文献1】

特開平10-151211号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の照射野よりさらに大きな症例も発生する。例えば、食道、子宮頸あるいは顎から肩にかけなど細長い領域に見られることが多い。この場合、必要な大照射野の形状は、正方形および円形ではなく、15cm×20cmから20cm×25cmといった長方形または長円形である。

【0005】

このような大照射野を実現する方法として、照射野拡大装置から被照射箇所までの距離を長くする方法が考えられる。しかし、通常の回転ガントリは、直径が10m、重量が200トン近くもある重量物であり、同時に回転中心の精度を±

1mm程度に保つように設計された精密機械でもある。このような構造物をさらに大型化することはコストの点でも、精度の点でも困難である。

【0006】

また、大照射野を実現する別の方法として、照射野拡大装置の性能を強化する方法がある。しかし、ワブラ電磁石では交流磁場を発生させるため、磁場強度を強くすると磁石の鉄心に発生する渦電流に係わる交流損失が大きくなり、鉄心が高温になるという問題がある。

また、電磁石の磁極を長くする方策も考えられるが、回転ガントリの小型化という観点から好ましくない。

【0007】

一方、二重散乱体法を用いた場合、照射野を拡大するために散乱体の厚みを増やす方法がある。しかし、散乱体内でビームは減速されるため、厚みを増やすと、体内でのビームの飛程が短くなる。このため、使用できる二重散乱体の厚さにも限界がある。二重散乱体の厚みを増やし、同時に体内飛程を確保するためにはビームエネルギーを上げることになり、加速器を大型化する必要がある。

【0008】

この発明の目的は、加速器または照射野拡大装置の性能を強化することなく、大きな照射野を有し、照射野中の放射線線量分布の平坦性を確保した放射線照射装置および放射線照射方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明に係わる放射線照射装置は、加速器から輸送された放射線ビームを照射台上に配置された被照射箇所照射する放射線照射装置において、放射線ビームの遮断を行うビーム遮断手段と、複数回の放射線ビームの照射により形成される重畳領域を含む複数の照射領域で被照射箇所全面が照射されるように照射台の位置を制御する位置制御手段と、各照射領域の重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、複数回の放射線ビームの照射により重畳領域を含めて被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御手段とを有する。

【0010】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1.

図 1 は、この発明の放射線照射装置を含む放射線照射システムの構成図である。図 2 は、図 1 の放射線照射システムにおける放射線照射装置のブロック図である。図 3 は、図 1 の放射線照射システムにおける回転ガントリおよび放射線照射装置の構成図である。図 4 は、図 3 の放射線照射装置の多葉コリメータの構造を示す概念図である。図 5 は、図 3 の放射線照射装置のリッジフィルタの構造を示す概念図である。図 6 は、図 3 の放射線照射装置の補償フィルタの構造を示す概念図である。図 7 は、図 3 の放射線照射装置の制御装置のブロック図である。なお、以下では、放射線照射装置の一例として放射線治療装置について説明するが、この発明はこれに限定されるものではなく、各種放射線照射装置に適用可能である。

【0011】

放射線照射システムは、陽子ビームまたは炭素ビーム (C^{6+}) を発生し、患者の体内で所望の飛程になるようなエネルギーまで加速する加速器 1、ビームを各治療室 2 まで輸送するビーム輸送系 3、ビームの照射方向を患者 4 の所望の方向から照射するように変更する円筒型の回転ガントリ 5 およびビームを患者 4 に照射する放射線照射装置 6 を有している。ビームは、加速器 1 から治療室 2 まで、ペンシルビームと呼ばれる細く絞られた状態で輸送される。患者 4 は、治療室 2 の照射台 7 の上で固定されている。回転ガントリ 5 を用いずに水平ポートまたは垂直ポートなどの固定ビームラインを用いる場合もある。

【0012】

放射線照射装置 6 は、複数回の放射線ビームの照射を行わせるビーム遮断手段 8 と、複数回の放射線ビームの照射により形成される重畳領域を含む複数の照射領域で被照射箇所全面が照射されるようにする位置制御手段 9 と、各放射線ビームの照射で形成される照射領域の重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、複数回の放射線ビームの照射により重畳領域を含めて被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御手段 10 とを有している。

【0013】

ビーム遮断手段 8 は、放射線線量を計測し、所定の線量に達すると放射線ビームを遮断する線量モニタ 1 1、線量モニタ 1 1 を制御するビーム遮断部 1 2 とを有している。位置制御手段 9 は、患者を載せて移動する照射台 7、照射台 7 を移動して被照射箇所の所望の位置に放射線ビームに位置合わせする位置制御部 1 3 とを有している。多葉コリメータ制御手段 1 0 は、放射線ビームの少なくとも一部を可変的に遮蔽して所望の形状および所望の線量分布の照射領域を形成する多葉コリメータ 1 4、多葉コリメータ 1 4 を制御して、各放射線ビームの照射で形成される照射領域を所望の形状とするとともに、それぞれの照射領域の重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、複数回の放射線ビームの照射により重畳領域を含めて被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御部 1 5 とを有している。

【 0 0 1 4 】

放射線照射装置 6 は、放射線照射部 6 a、照射台 7、制御装置 1 6、表示器 1 6 a からなる。図 2 に示すようにビーム輸送系 3 で輸送されてきたビームを拡げて照射野を形成する照射野拡大装置 1 7、照射野に含まれる粒子線の照射線量をモニタし、所定の線量が照射された時点でビームを自動的に遮断する線量モニタ 1 1、ビーム軸に沿った方向、つまり体内の線量分布を深さ方向に制御するリッジフィルタ 1 8、放射線ビームの一部を遮蔽して治療に適した照射領域を切り出す多葉コリメータ 1 4、ビームの飛程を調整する補償フィルタ 1 9、X 線を発生する X 線管 2 0、イメージンテンシファイア 2 1 を含む。イメージンテンシファイア 2 1 は X 線フィルム又はその他のイメージングシステムでもよい。

【 0 0 1 5 】

制御装置 1 6 は、線量モニタ 1 1 を制御してビームの遮断を制御するビーム遮断部 1 2、多葉コリメータ 1 4 を制御して治療に適した照射領域を被照射箇所に形成する多葉コリメータ制御部 1 5、イメージンテンシファイア 2 1 から得られる X 線透過画像を処理して表示器 1 6 a に表示する表示部 2 2、照射台 7 を駆動する駆動装置を制御する位置制御部 1 3 を有している。制御装置 1 6 は、治療室 2 から離れた場所に設置され、調整を行う技師は、表示器 1 6 a を観察しながら遠隔操作している。

【 0 0 1 6 】

放射線照射部 6 a では、多葉コリメータ 1 4、照射野拡大装置 1 7、リッジフィルタ 1 8 補償フィルタ 1 9 を用いてビームの均一な線量分布が被照射箇所内で作られる。通常は、被照射箇所のターゲット内の線量分布が $\pm 2.5\%$ 以内で一樣になるよう照射が計画される。

【 0 0 1 7 】

照射野拡大装置 1 7 は、上述のワブラ電磁石または二重散乱体など従来と同じ装置で構成されている。

【 0 0 1 8 】

多葉コリメータ 1 4 は、図 5 に示すように多数のリーフ 2 3 と呼ばれる構造物から構成されている。リーフ 2 3 は、ビーム（矢印 B）を透過させないような材質、厚み、構造を有しており、対向する対で構成される。リーフ 2 3 は、直線上をそれぞれ独立して移動することができる（矢印 R、L）。リーフ 2 3 には、一枚毎に図示しない駆動装置と位置を検出する図示しない位置検出装置とが接続されている。各リーフ 2 3 を遠隔で制御することによって任意の形状の照射領域を被照射箇所に形成することができる。駆動装置と位置検出装置とは多葉コリメータ制御部 1 5 によって制御されている。

【 0 0 1 9 】

リッジフィルタ 1 8 は、図 6 に示すようにリッジ 2 4 と呼ばれる構造物を洗濯板状に複数並べた装置で、リッジ 2 4 は場所によって厚みを変化させてある。リッジ 2 4 の形状は詳細な計算に基づいて設計されている。ビーム（矢印）は、照射野拡大装置 1 7 を通過した後、様々な厚みのリッジフィルタ 1 8 を通過するため、厚みに応じて減速される。従って、リッジフィルタ 1 8 の上流ではビームはほぼ単一エネルギーをもつが、リッジフィルタ 1 8 を通過することによって様々なエネルギーをもつビームになる。しかも、ビームは、上流の散乱効果によって様々な角度を持っているため、これらエネルギーの異なるビームはリッジフィルタ 1 8 の下流で互いに混ざり合った状態で患者 4 に届く。

【 0 0 2 0 】

補償フィルタ 1 9 は、図 7 に示すようにボラスとも呼ばれ、通常ポリエチレ

ンなどから製作されている。その形状は、ビームの飛程を被照射箇所 2 5 の最深部に合わせるように工作されている。従って、補償フィルタ 1 9 の形状は、被照射箇所 2 5 をどの方向から照射するかに応じて異なり、被照射箇所 2 5 毎に製作される。補償フィルタ 1 9 は、多葉コリメータ 1 4 に備えられている図示しないレール状の機構に取り付けられている。あらかじめ図示しないホルダに装着された補償フィルタ 1 9 をスライドさせることにより多葉コリメータ 1 4 に取付けることができる。

【 0 0 2 1 】

放射線治療装置は、照射の計画を行う図示しない治療計画装置を有している。照射計画は被照射箇所 2 5 毎に行われる。治療計画は、治療計画装置の端末から、被照射箇所 2 5 の X 線 C T で得られた画像情報に基づいて、照射する方向と被照射箇所 2 5 の形状等を入力する。その情報に基づき、治療計画装置は、多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 の開度、使用するリッジフィルタ 1 8 および補償フィルタ 1 9 を製作するためのデータなどを自動的に計算し、ファイルに出力する。被照射箇所 2 5 に放射線を照射するとき、このファイルに基づいて、放射線照射装置 6 の設定がなされる。

【 0 0 2 2 】

放射線照射装置 6 は、被照射箇所 2 5 を精度よく照射するために、被照射箇所 2 5 をビームに対して正確に位置決めする位置決め手段を有している。位置決め手段は、X 線を発生する X 線管 2 0、X 線フィルムまたはイメージインテンシファイア 2 1 を備え、得られた X 線透過画像を参照して照射台 7 を駆動する。照射台 7 は、位置合せするために必要な方向に移動を行うための図示しない駆動装置を有している。X 線透過画像を見ながら、遠隔操作により照射台 7 を動かすことでビームに対し被照射箇所の位置合せが行える。位置決め精度は通常 0. 5 mm ～数 mm 程度である。

【 0 0 2 3 】

次に、この発明の実施の形態 1 の放射線照射装置による照射野の拡大について説明する。図 8 は、この発明の実施の形態 1 の放射線照射装置の照射野を示す平面図である。図 9 は、図 8 の照射野の A - A 断面での線量分布図で、上段が各照

射領域の線量分布、下段が合計線量分布を示す。図 1 0 は、この発明の実施の形態 1 に係わる照射野のパラメータを示す平面図である。図 1 1 は、図 1 0 の A - A 断面での線量分布図である。なお、被照射箇所 2 5 の外形と照射野の外形は一致しているとして以下説明するので、主に照射野で被照射箇所 2 5 も示している。また、1 照射とは、1 つの照射領域へ行われる放射線の照射を意味する。1 照射には、後述するようにリーフ 2 3 の一部を移動することにより照射領域の外縁形状を順次変化させ、その毎に行う複数の部分照射を含む。

【 0 0 2 4 】

照射野の拡大の方法は、多葉コリメータ制御部 1 5 により、一部が重畳した第一の照射領域と第二の照射領域を形作り、位置制御部 1 3 により被照射箇所 2 5 を移動して、一部は重畳しているが、異なった被照射箇所 2 5 の場所に照射領域を形成し、ビーム遮断部 1 2 により、第一の照射領域と第二の照射領域へそれぞれ照射することによって照射野を拡大する。なお、以下の説明では、多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 の移動を説明する際に多葉コリメータ制御部 1 5 を説明していないが、常に多葉コリメータ制御部 1 5 によって制御している。同様に、放射線の照射に関しても、ビーム遮断部 1 2 によって制御されている。また、この説明では各照射領域の形状を正方形としている。図 8 に示すように、被照射箇所 2 5 は、実線で囲まれた正方形の第一の照射領域 2 6 および点線で囲まれた正方形の第二の照射領域 2 7 で覆われている。第一の照射領域 2 6 および第二の照射領域 2 7 の重なり合う部分は重畳領域 2 8、重なり合わない部分は非重畳領域 2 9 と称する。図 8 では、重畳領域 2 8 と非重畳領域 2 9 の境界は直線になっているが、必ずしも直線である必要はなく、曲線であってもよい。

【 0 0 2 5 】

多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 を最大限開いたときの照射領域の最大開口は、正方形である。照射領域 2 6、2 7 のそれぞれの重畳領域 2 8 の線量は、非重畳領域 2 9 から重畳領域 2 8 に向かって直線に近似された勾配に従って減少する。ここでは説明をわかりやすくするため、線量の減少する勾配は階段状ではなく、直線で近似している。すなわち、多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 は、ステップ単位で移動させるのではなく、連続的に移動させる。また、第一と第二の照射

領域 2 6、2 7 の重畳領域 2 8 の合計線量分布は平坦であり、その合計線量は非重畳領域 2 9 の線量と等しくなるように照射を行っている。

【 0 0 2 6 】

次に、一部重畳された 2 つの照射領域 2 6、2 7 の重畳領域 2 8 の幅およびリーフ 2 3 の移動ステップ幅を求める方法について説明する。広い照射野を確保するためには、重畳領域 2 8 をなるべく少なくしたい。しかし、位置決め誤差に係わる線量分布の平坦度の誤差を所定値以下にするためには、重畳領域 2 8 を十分広くとる必要がある。図 1 0 に示すように、 L_1 は多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 が最大に開いたときの X 軸方向の最大開口の幅、 L_2 は 2 つの照射領域を一部重畳したときの最大照射野の X 軸方向の幅である。重畳領域 2 8 の X 軸方向の幅 L_o は、位置決め誤差 d_x と、必要な平坦度の誤差 r とから式 1 で与えられる。

【 0 0 2 7 】

$$L_o = d_x / r \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 8 】

また、照射台 7 の移動距離 L_t は $L_t = L_1 - L_o$ で与えられる。

また、最大照射野の幅 L_2 は、位置決め誤差 d_x および重畳領域 2 8 の X 軸方向の幅 L_o との間に式 2 の関係が成り立つ。

【 0 0 2 9 】

$$L_2 = 2 \times L_1 - L_o = 2 \times L_1 - d_x / r \quad \dots (2)$$

【 0 0 3 0 】

この式 2 を用いて、 $L_1 = 150 \text{ mm}$ 、 $r = 2.5\%$ とした場合の位置決め誤差 d_x 、最大照射野 L_2 及び必要な重畳領域の幅 L_o の関係を表 1 に示す。

【 0 0 3 1 】

【表 1】

位置決め誤差とその他のパラメータの関係

位置決め誤差 dx mm	最大照射野 L2 mm	照射領域の 重ね合わせ Lo mm	照射台の 移動距離 Lt mm
0.5	290	10	140
1	280	20	130
1.5	270	30	120
2	260	40	110
2.5	250	50	100
3	240	60	90
3.5	230	70	80
4	220	80	70
4.5	210	90	60
5	200	100	50

【0 0 3 2】

例えば、位置決め誤差 dx が 3 mm の場合、重畳領域の幅 L_o として 6 0 mm が必要となり、最大照射野の幅 L_2 として 2 4 0 mm が得られる。

【0 0 3 3】

次に、リーフ 2 3 の移動のステップ幅を求める方法について述べる。これまでの説明では、リーフ 2 3 の位置は連続的に可変されているとして説明してきたが、これからはリーフ 2 3 の位置はステップ的に制御されることについて説明する。線量分布の平坦度の誤差 r を所定値以下に確保するためには、リーフ 2 3 の移動の最大ステップ幅 s を $(L_o \times r)$ 以下に設定すればよい。また、既に述べたように、多重散乱を考慮した場合には散乱が線量分布の平均化に寄与するため、線量平坦度の誤差 r は減少する。

【0 0 3 4】

次に、上述の線量分布を得るためのリーフの動作ステップについて説明する。図 1 2 は、実施の形態 1 において多葉コリメータ 1 4 のリーフ 2 3 の動きを説明する概念図である。図 1 3 は、図 1 2 の第一の照射領域に対応する多葉コリメー

図 14 のリーフ 23 の動きを説明する平面図である。図 14 は、図 13 のリーフ 23 の動きの途中の様子を示す平面図である。図 15 は、図 12 の第二の照射領域に対応する多葉コリメータ 14 のリーフ 23 の動きを説明する平面図である。図 16 は、図 15 のリーフ 23 の動きの途中の状態を示す平面図である。この説明では動作をわかりやすくするため、被照射箇所 25 の形状は平行四辺形とし、リーフ 23 の移動方向を X 軸に合わせたが、他の形状であってもよい。

【0035】

まず被照射箇所 25 の長さを測定し、予め測定されている位置合わせ誤差 d_x および平坦度の誤差 r を用いて、上述のように表 1 に従って重畳領域 28 の幅 L_o とステップ幅 s を求める。次に、被照射箇所 25 の長軸に沿って第一の照射領域 26 と第二の照射領域 27 を設定し、多葉コリメータ 14 のリーフ 23 の移動方向を線量の勾配に対して平行になるようにし、第一の照射領域 26 を始めに照射し、その後第二の照射領域 27 の照射を行う。

【0036】

図 13 は、第一の照射領域 26 への照射を開始する時のリーフ 23 の位置を示す平面図である。太実線で囲まれた多葉コリメータ 14 のリーフ 23 の最大開口の幅 L_1 の X 軸上の中心を、 $X=0$ にあるとする。リーフ 23 の端面の座標をリーフ 23 の幅方向の中心で定義するものとし、左側、右側の i 番目のリーフ 23 のそれぞれ右端面、左端面の座標をそれぞれ $XL(i)$ 、 $XR(i)$ とする。重畳領域 28 の左端面の座標を X^* とする。リーフ 23 にオーバーライドが設けられており、左右のリーフは $X=0$ を超えて動くことができる。左リーフの右方向への動作限界を $XLIML$ 、右リーフの左方向への動作限界を $XLIMR$ とする。さらに各リーフにおける被照射箇所 25 の左端面、右端面の座標をそれぞれ $XTARL(i)$ 、 $XTARR(i)$ とする。被照射箇所 25 の上にないリーフの左側、右側のそれぞれ右端面、左端面を 0 とする。第一の照射領域 26 を照射する場合、右側のリーフは一部を除き、一斉に同じ動作をするので、右側リーフの左端面の座標 $XR(i)$ は、共通な座標 XR^* とおくことができる。第二の照射領域 27 を照射する場合には左側リーフに対し同様に共通な座標 XL^* を定義する。

【0037】

第一の照射領域 2 6 のリーフ位置の初期設定は式 3 から式 6 で与えられる。なお、図 1 3 の X 軸は右方向を正とし、左方向を負とする。

【0 0 3 8】

$$X L (i) = \min (X T A R L (i) , X L I M L) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$X R * = X * \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$X R (i) = \max (X R * , X L (i)) \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$X R (i) = \min (X R (i) , X T A R R (i)) \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0 0 3 9】

この状態で一定の線量が照射されたことを線量モニタ 1 1 で検出し、ビームを停止する。この状態を「部分線量満了」と呼ぶ。次に「部分線量満了」をリセットし、右側リーフ位置を式 7 から式 9 で示すようにステップ幅 s ずつ右へ移動させ、再度「部分線量満了」になるまで照射する。

【0 0 4 0】

$$X R * = X R * + s \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

$$X R (i) = \max (X R * , X L (i)) \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

$$X R (i) = \min (X R (i) , X T A R R (i)) \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

【0 0 4 1】

リーフ 2 3 が右方向に途中まで移動した状態を図 1 4 に示す。このようにステップ幅 s ずつリーフ 2 3 を右方向に移動を繰り返し、右側のリーフのうち左端面が被照射箇所 2 5 の右端面に到達したリーフ 2 3 の右方向への移動を停止し、 $X R *$ が第一の照射領域 2 6 の右端面に到達したとき、第一の照射領域 2 6 の照射を終了する。

【0 0 4 2】

次に、照射台 7 を所定の距離 $L t$ だけ移動し、第二の照射領域 2 7 へ照射する。その際の手順は、第一の照射領域 2 6 の操作を X 軸に対して対称的に行うものである。すなわち、リーフ位置は、式 1 0 から式 1 3 で初期設定される。リーフの初期の設定状態を図 1 5 に示す。

【0 0 4 3】

$$X R (i) = \max (X T A R R (i) , X L I M R) \quad \cdot \cdot \cdot (1 0)$$

$$XL * = X * \quad \dots (11)$$

$$XL(i) = \min(XL *, XR(i)) \quad \dots (12)$$

$$XL(i) = \max(XL(i), XTARL(i)) \quad \dots (13)$$

【0044】

部分線量満了が得られるまで照射し、ビームを止めて左側リーフの位置XL(i)を式14から式16に従ってステップ幅sずつ左方向へ移動させる。

【0045】

$$XL * = XL * - s \quad \dots (14)$$

$$XL(i) = \min(XL *, XR(i)) \quad \dots (15)$$

$$XL(i) = \max(XL(i), XTARL(i)) \quad \dots (16)$$

【0046】

リーフ23が左方向の途中まで移動した状態を図16に示す。このようにステップ幅sずつリーフ23を左方向へ移動を繰り返し、左側のリーフの右端面が被照射箇所25の左端面に到達したリーフ23の左方向への移動を停止し、XL*が第二の照射領域27の左端面に到達したとき、第二の照射領域27の照射を終了し、全照射を完了する。

【0047】

この発明の効果を説明する。図17は、実施の形態1において2つの照射領域が近すぎた場合の線量分布図である。図18は、実施の形態1において2つの照射領域が離れすぎた場合の線量分布図である。図19は、重畳領域を有しない2つの照射領域を有した照射野の平面図である。第一の照射領域30と第二の照射領域31での線量分布は領域全面に渡って平坦である。図20は、図19の2つの照射領域30、31の境界で接したときの、B-B断面での線量分布図である。図21は、図19の2つの照射領域が離間した場合のB-B断面での線量分布図である。図22は、図19の2つの照射領域の一部が重なったときのB-B断面の線量分布図である。

【0048】

第一の照射領域26と第二の照射領域27との相対位置は様々な要因でずれることがある。そのような場合でも、本発明を用いれば重畳領域28の合計線量の

変動は少ないことがわかる。すなわち、図 1 7 に示すように、位置決めはずれにより二つの照射領域が近すぎた場合でも合計線量の平坦度は誤差以内に納まっている。また、図 1 8 に示すように、位置決めはずれにより二つの照射領域が離れすぎた場合でも近すぎたときと同様に合計線量の平坦度は誤差以内に納まっている。

【 0 0 4 9 】

これに対し、図 1 9 に示すように、単純に分割照射を行った場合、位置決めずれに係わって、重なり領域または離間領域が発生し、線量分布の平坦度は不十分である。図 2 1 に示すように、二つの照射領域が離れすぎていると、コールドスポットが発生し、図 2 2 に示すように、二つの領域が近すぎていると、ホットスポットが発生する。この 2 つの場合、所望の線量に対し、 $\pm 100\%$ の変動となり、放射線治療で通常許容できる $\pm 2.5\%$ の線量誤差を大幅に越えている。

【 0 0 5 0 】

上述での効果の説明では散乱の効果は考慮してこなかった。次に、散乱の効果を検討した場合について概略の数値を用いてこの発明の効果について説明する。ただし、体表面近くでは散乱の効果が少ないので、ここまでの議論を体表面近くの分布に概ね適用できる。体内深部では、多重散乱によるビームの広がりが標準偏差 σ のガウス分布で近似することができる。ビームのエネルギーが 250 MeV の陽子線の最大飛程は、水中で約 37 cm であり、散乱は σ が約 8 mm のガウス分布となる。図 2 2 において、重ね合わせの位置誤差が例えば 3 mm 、ホットスポットの線量過剰分を 100 ユニット/mm とした場合、積分では 300 ユニットの過剰線量 となる。

【 0 0 5 1 】

上記条件の散乱についてガウス分布を考えた場合、積分値の 300 ユニット を保つように規格化した式 1 7 と書ける。

【 0 0 5 2 】

$$f(x) = 300 / [\text{sqrt}(2\pi)\sigma] \exp(-x^2 / 2\sigma^2) \quad \dots (17)$$

【 0 0 5 3 】

$\sigma = 8 \text{ mm}$ の場合は式 1 8 と書ける。

【 0 0 5 4 】

$$f(x) = 15.0 \exp(-x^2 / 2\sigma^2) \quad \dots (18)$$

【 0 0 5 5 】

つまり $x = 0$ では約 1 5 ユニット / mm まで線量過剰が平坦化されることになる。しかし、このように単純な重ね合わせでは、多重散乱によって最大限平坦化された場合でも単純な重ね合わせでは、位置決め誤差による線量の非一様性は大きいことがわかる。

【 0 0 5 6 】

このような放射線照射装置は、二つの照射領域の重なり合う部分において線量の傾斜を作ることができるため、照射野を拡大することが可能となり、かつ容易に線量分布の平坦度を改善することができる。

【 0 0 5 7 】

また、勾配を直線で近似することができるので、それぞれの照射領域の重畳領域に対応したリーフの操作が容易にできる。また線量勾配はリーフの移動方向に平行であるから、リーフを一定速度で引き抜けば直線の勾配を実現することができる。

【 0 0 5 8 】

また、リーフをステップ状に駆動できるので、リーフの駆動機構が簡単にすることができる。

【 0 0 5 9 】

また、リーフの移動パターンを変更することにより、被照射箇所の形状に沿った照射野を設けることができるので、自由度の大きな放射線照射装置を得ることができる。

【 0 0 6 0 】

また、多葉コリメータを遠隔操作することにより、操作に携わる人への粒子線などの影響を少なくすることができる。

【 0 0 6 1 】

さらに、このような放射線照射装置を備えた放射線治療装置は、大きな被照射

箇所または細長い被照射箇所などの治療を行うことができる。

【 0 0 6 2 】

なお、勾配を直線で近似した例について説明したが、曲線で近似しても同様に照射野を拡大することができる。

【 0 0 6 3 】

実施の形態 2.

図 2 3 は、この発明の実施の形態 2 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの動きを説明する平面図である。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 1 では、リーフの動作方向は線量分布の勾配に平行であったが、実施の形態 2 では、リーフの動作方向を線量分布の勾配に対して垂直となるようにする。この場合、部分照射で所定線量が照射される毎に、すなわち部分線量満了毎に、重畳領域をカバーしているリーフ 2 3 を、要求線量の大きい方から順番に開いく。図 2 3 では、リーフ 1 とリーフ A との対から順番に開いていく。このように第一の照射領域 2 6 の照射を終了し、照射台 7 を所定の位置に移動させ、右側の第二の照射領域 2 7 についても対称的な手順で照射を行う。実施の形態 2 では、線量分布の勾配の最小ステップがリーフ幅によって決まるため、表 1 に示すように、リーフ幅 s を考慮して重畳領域の幅を決める必要がある。

【 0 0 6 5 】

このような放射線照射装置は、重畳領域の線量分布の勾配をリーフの幅からなるステップ幅で調整できるので、リーフを引き抜くだけであり、リーフの位置決め精度の影響を受けないので平坦度の誤差がリーフ幅だけから決まり、平坦度が向上する。また勾配がリーフの移動方向に対して垂直であるので、複数の照射領域の位置合わせは、リーフの位置合わせだけで実現できる。

【 0 0 6 6 】

実施の形態 3.

図 2 4 は、この発明の実施の形態 3 に係わる放射線照射装置を用いたときの線量分布図である。

【 0 0 6 7 】

実施の形態 1 では、重畳領域の線量を非重量領域から隣接する照射領域に向かって一定の勾配で減少させたが、図 2 3 においては、とくに平坦度が重要な重要領域 3 2 に対する線量分布の平坦度を小さくするため、重要領域 3 2 における勾配を緩やかにし、それ以外の重畳領域における勾配を重要領域 3 2 に比べてきつくした。

【 0 0 6 8 】

このような放射線照射装置は、重畳領域の線量の重ね合わせ誤差をより小さくし、重点的に管理することができる。

【 0 0 6 9 】

なお、直線で近似した勾配に従って線量分布は変化するが、直線以外の折り線、曲線などに近似した勾配に従って線量分布を変化しても同様な効果が得られる。

【 0 0 7 0 】

実施の形態 4 .

図 2 5 は、この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置を用いた照射野の平面図である。図 2 6 は、この照射野の線量分布図である。図 2 7 は、この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの線量勾配に平行な動きを示す平面図である。図 2 8 は、図 2 7 で照射した照射領域の線量分布図である。図 2 9 は、この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの線量勾配に垂直な動きを示す平面図である。図 3 0 は、図 2 9 で照射した照射領域の線量分布図である。図 3 1 は、この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置を用いた照射野の平面図である。図 3 2 は、図 3 1 の照射野の線量分布図である。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 4 では、図 2 5 に示すように 3 つの照射領域を組み合わせて、さらに照射野を広げる。この場合、第一の照射領域 3 3 と第三の照射領域 3 4 は実施の形態 1 の照射領域と同様であるが、第二の照射領域 3 5 は、山型の線量分布を示している。第一の照射領域 3 3 および第三の照射領域 3 4 への照射は実施の形態 1 または 2 と同様にリーフを移動して照射を行うことにより重畳領域の線量分

布に勾配を付けることができる。そこで第二の照射領域 3 5 に対するリーフの動作を線量勾配に平行な場合について図 2 7 を参照して説明する。リーフの初期位置を中央部分の平坦領域位置の境界とし、部分線量満了毎に左右にリーフを開いていけばよい。また、リーフの動作が線量勾配に垂直な場合について、その手順を図 2 9 に示す。左右それぞれ 1 ～ 1 0 までと A ～ K までのリーフを部分線量満了毎に順番に開いていけばよい。

【 0 0 7 2 】

また、図 2 7 の重畳領域の勾配を更に緩やかにすると、図 3 1 に示すように重畳領域は更に大きくなる。重畳領域が多葉コリメータの最大開口の半分以上を占めるようになると、X 2 の領域では 3 つの照射領域 3 3、3 4、3 5 が重なるようになる。図 3 2 に示すように、m は第二の照射領域 3 5 の線量傾斜部分の傾き、L は多葉コリメータの最大開口の幅、X 1 は第二の照射領域 3 5 の線量傾斜部分の幅、X 2 は第二の照射領域 3 5 の線量一定部分の幅とすると、最も広域に照射できるのは、第一、第二、第三の照射領域の幅をそれぞれ L となるように設定すればよい。この場合、これらのパラメータの関係は式 1 9 と式 2 0 で表される。

【 0 0 7 3 】

$$L = (2 * X 1 + X 2) \quad \dots (19)$$

$$m (X 1 + X 2) = 1 \quad \dots (20)$$

【 0 0 7 4 】

式 1 9、式 2 0 より、X 1 と X 2 は式 2 1、式 2 2 で与えられる。

【 0 0 7 5 】

$$X 1 = L - 1 / m \quad \dots (21)$$

$$X 2 = 2 / m - L \quad \dots (22)$$

【 0 0 7 6 】

このような放射線照射装置は、二つの照射領域を重ね合わせた場合よりさらに広い照射野が得られる。

【 0 0 7 7 】

さらに、重畳領域の勾配を更に緩やかにすると、重畳領域は更に大きくすることができ、線量分布の平坦度はさらに良くなる。

【 0 0 7 8 】

実施の形態 5.

図 3 3 は、この発明の実施の形態 5 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの動きを示す平面図である。図 3 4 は、図 3 3 のリーフの移動途中の状態を示す平面図である。

【 0 0 7 9 】

患部には、被照射箇所 2 5 に囲まれて離れ小島のように位置した放射線照射を受けてはいけない部分がある。その照射に際して図 3 3 に示すように非照射領域 3 6 を被照射箇所 2 5 に設けることが必要となる。例えば、体幹部の照射において、脊髄への線量を削減したい場合などである。このような場合、非照射領域 3 6 を跨いで第一の照射領域 2 6 と第二の照射領域 2 7 に分割し、実施の形態 1 に示した制御を用いることにより非照射領域 3 6 の外周を囲むように照射を行うことができる。

【 0 0 8 0 】

このような放射線照射装置は、被照射箇所に囲まれ、離れ小島のように位置した脊髄など重要臓器あるいは放射線に敏感な臓器があっても、その周囲の照射箇所に対して放射線照射を行うことができる。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 6.

図 3 5 は、この発明の実施の形態 6 の放射線照射装置の補償フィルタの断面図である。図 3 6 は、図 3 5 の補償フィルタの動きを示す概略図である。図 3 7 は、図 3 5 の補償フィルタを移動するフィルタ移動機構およびフィルタ照合機構の構成図である。

【 0 0 8 2 】

従来は、図 3 5 に示すような 3 次元的形状が異なる被照射箇所 2 5 を照射するため、補償フィルタ 3 7、3 8 をそれぞれ第一の照射領域および第二の照射領域について製作し、それぞれの照射領域への照射毎に交換している。

【 0 0 8 3 】

しかし、補償フィルタ 3 7、3 8 を別々に 2 種類製作することはコストが掛か

るし、照射の途中で補償フィルタ 3 7、3 8 の交換作業が発生し、技師の手間がかかる。

【 0 0 8 4 】

そこで、実施の形態 6 の放射線照射装置 6 は、被照射箇所 2 5 全体に対応する一個の補償フィルタ 3 9、この補償フィルタ 3 9 を第一の照射領域への照射後、第二の照射領域に照射するために移動させるフィルタ移動機構 4 0 を備えている。フィルタ移動機構 4 0 は、多葉コリメータ枠 4 1 に設けられたレール 4 2、レール 4 2 内を摺動し、補償フィルタ 3 9 が装着されたホルダ 4 3、ホルダ 4 3 を駆動する駆動装置 4 4 を備えている。駆動機構 4 4 は、パルスモータで構成されている。なお、駆動機構 4 4 は、サーボモータ、エアシリンダなど既知の方式でもよい。

【 0 0 8 5 】

また、フィルタ移動機構 4 4 にフィルタ照合機構 4 5 を付加して、照射領域毎に補償フィルタ 3 9 の位置を自動的に照合すれば誤照射の対策となり、放射線照射装置 6 の安全性が向上される。フィルタ照合機構 4 5 は、駆動機構 4 4 としてのパルスモータで、原点位置からのパルス数をカウントして管理している。なお、ポテンシオメータにより測定、あるいは遠隔駆動しない場合には取付けレールにラッチ機構を数段階設け、ラッチに設けたスイッチを用いて補償フィルタの位置を読み出す機構など、既知の方式を用いてもよい。

【 0 0 8 6 】

このような放射線照射装置は、2 つの照射領域に対して 1 つの補償フィルタを左右に移動することで対応できるので、補償フィルタの製造コストが削減できし、また交換の頻度が少なくなるので患者および技師の負担が少なくなる。

【 0 0 8 7 】

また、フィルタ移動機構を備えられているので、補償フィルタ交換時における操作性の向上および患者周りでのフィルタの落下を防止できる。

【 0 0 8 8 】

また、フィルタ照合機構を備えられているので、誤照射に対する安全性の向上が図られる。

【 0 0 8 9 】

なお、2つの照射領域への照射において、共通した1つの補償フィルタで対応することについて説明したが、さらに3つ以上の照射領域への照射に際し、共通した補償フィルタで対応することも同様にできる。

【 0 0 9 0 】

【発明の効果】

この発明に係わる放射線照射装置の効果は、加速器から輸送された放射線ビームを照射台上に配置された被照射箇所に照射する放射線照射装置において、放射線ビームの遮断を行うビーム遮断手段と、複数回の放射線ビームの照射により形成される重畳領域を含む複数の照射領域で被照射箇所全面が照射されるように照射台の位置を制御する位置制御手段と、各照射領域の重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、複数回の放射線ビームの照射により重畳領域を含めて被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御手段とを有するので、広い被照射箇所を照射することが可能となり、その場合でも容易に線量分布の平坦度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の放射線照射システムの構成図である。

【図 2】 図 1 の放射線照射装置のブロック図である。

【図 3】 図 1 の放射線照射システムにおける回転ガントリおよび放射線照射装置の構成図である。

【図 4】 図 3 の放射線照射装置の多葉コリメータの構造を示す概念図である。

【図 5】 図 3 の放射線照射装置のリッジフィルタの機能を示す概念図である。

【図 6】 図 3 の放射線照射装置の補償フィルタの機能を示す概念図である。

【図 7】 図 3 の放射線照射装置の制御装置のブロック図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 1 の照射野の様子を示す平面図である。

【図 9】 図 8 の照射野の A - A 断面での各照射領域の線量分布図である。

【図 1 0】 この発明の実施の形態 1 に係わる照射野のパラメータを示す平面図である。

【図 1 1】 図 1 0 の A - A 断面での線量分布図である。

【図 1 2】 実施の形態 1 において多葉コリメータのリーフの動きを説明する概念図である。

【図 1 3】 図 1 2 の第一の照射領域に対応する多葉コリメータのリーフの動きを説明する平面図である。

【図 1 4】 図 1 3 のリーフの動きの途中の様子を示す平面図である。

【図 1 5】 図 1 2 の第二の照射領域に対応する多葉コリメータのリーフの動きを説明する平面図である。

【図 1 6】 図 1 5 のリーフの動きの途中の状態を示す平面図である。

【図 1 7】 実施の形態 1 において 2 つの照射領域が近すぎた場合の線量分布図である。

【図 1 8】 実施の形態 1 において 2 つの照射領域が離れすぎた場合の線量分布図である。

【図 1 9】 重畳領域を有しない 2 つの照射領域の場合の線量分布図である。

【図 2 0】 重畳領域において線量分布の勾配がない場合の線量分布図である。

【図 2 1】 2 つの照射領域が離間した場合の線量分布図である。

【図 2 2】 2 つの照射領域の一部が重なったときの線量分布図である。

【図 2 3】 この発明の実施の形態 2 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの動きを説明する平面図である。

【図 2 4】 この発明の実施の形態 3 に係わる放射線照射装置を用いたときの線量分布図である。

【図 2 5】 この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置を用いた照射野の平面図である。

【図 2 6】 図 2 5 の A - A 断面での線量分布図である。

【図 2 7】 この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置の多葉コリメ

ータのリーフの線量勾配に平行な動きを示す平面図である。

【図 2 8】 図 2 7 の C - C 断面での線量分布図である。

【図 2 9】 この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの線量勾配に垂直な動きを示す平面図である。

【図 3 0】 図 2 9 の C - C 断面での線量分布図である。

【図 3 1】 この発明の実施の形態 4 に係わる放射線照射装置を用いた照射野の平面図である。

【図 3 2】 図 3 1 の A - A 断面での線量分布図である。

【図 3 3】 この発明の実施の形態 5 に係わる放射線照射装置の多葉コリメータのリーフの動きを示す平面図である。

【図 3 4】 図 3 3 のリーフの移動途中の状態を示す平面図である。

【図 3 5】 この発明の実施の形態 6 の放射線照射装置の補償フィルタの断面図である。

【図 3 6】 図 3 5 の補償フィルタの動きを示す概略図である。

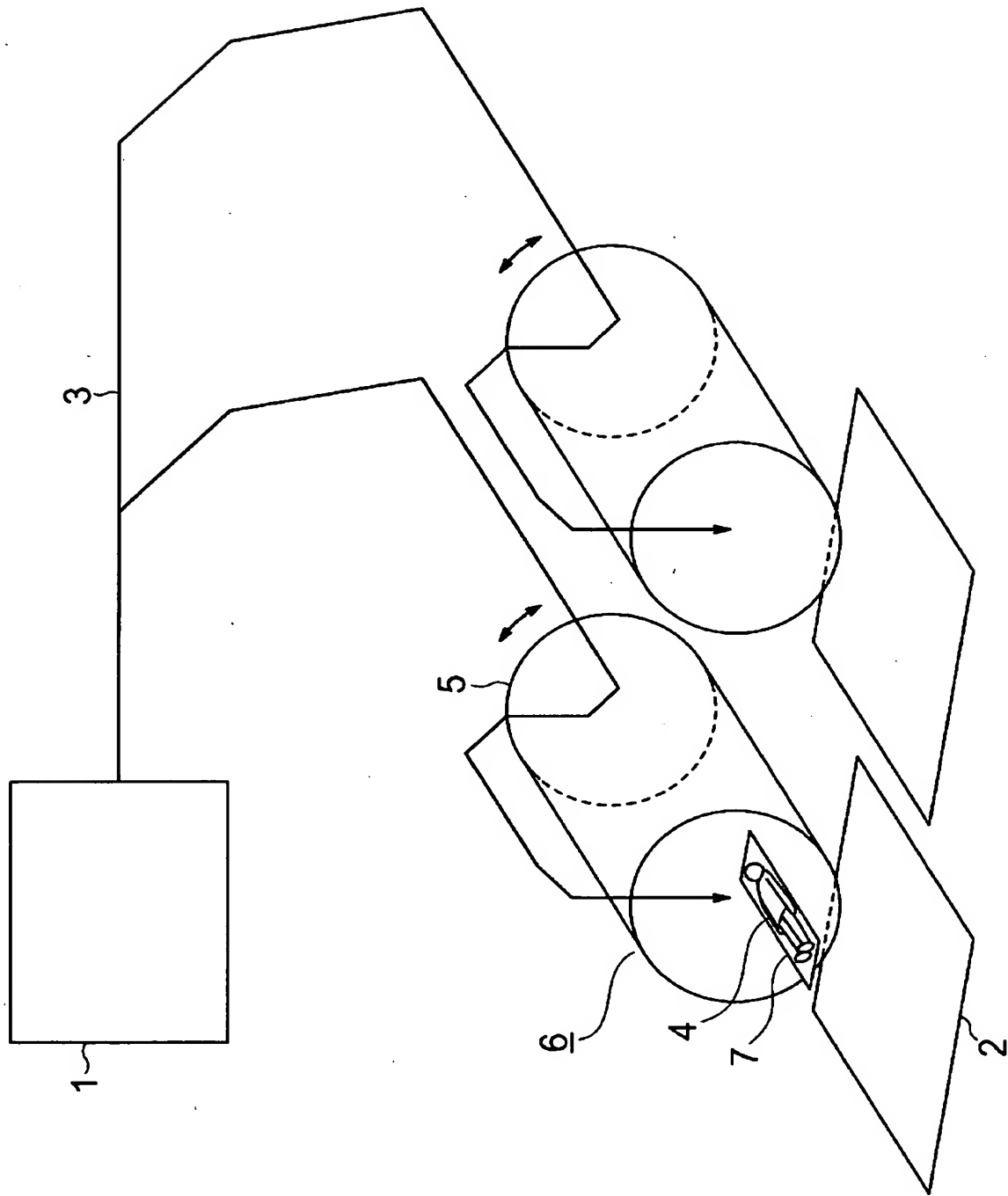
【図 3 7】 図 3 5 の補償フィルタを駆動する駆動機構および位置読み出し機構の構成図である。

【符号の説明】

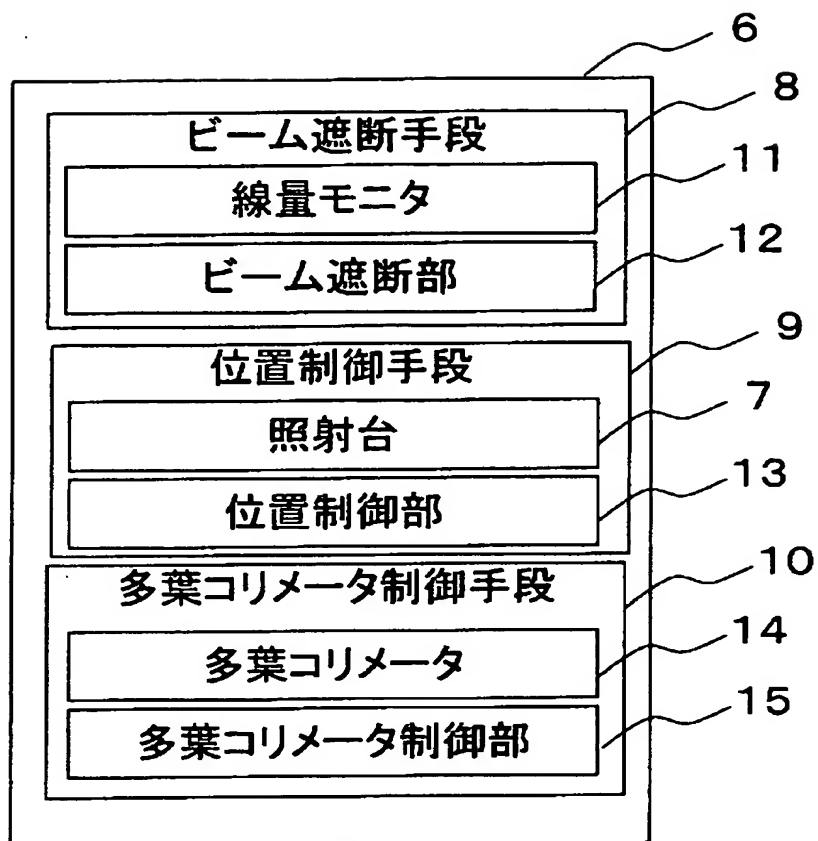
1 加速器、2 治療室、3 ビーム輸送系、4 患者、5 回転ガントリ、6 放射線照射装置、6 a 放射線照射部、7 照射台、8 ビーム遮断手段、9 位置制御手段、10 多葉コリメータ制御手段、11 線量モニタ、12 ビーム遮断部、13 位置制御部、14 多葉コリメータ、15 多葉コリメータ制御部、16 制御装置、16 a 表示器、17 照射野拡大装置、18 リッジフィルタ、19、37、38、39 補償フィルタ、20 X線管、21 イメージインテンシファイア、22 表示部、23 リーフ、24 リッジ、25 被照射箇所、26、30、33 第一の照射領域、27、31、35 第二の照射領域、28 重畳領域、29 非重畳領域、32 重要領域、34 第三の照射領域、36 非照射領域、40 フィルタ移動機構、41 多葉コリメータ枠、42 レール、43 ホルダ、44 駆動機構、45 フィルタ照合機構。

【書類名】 図面

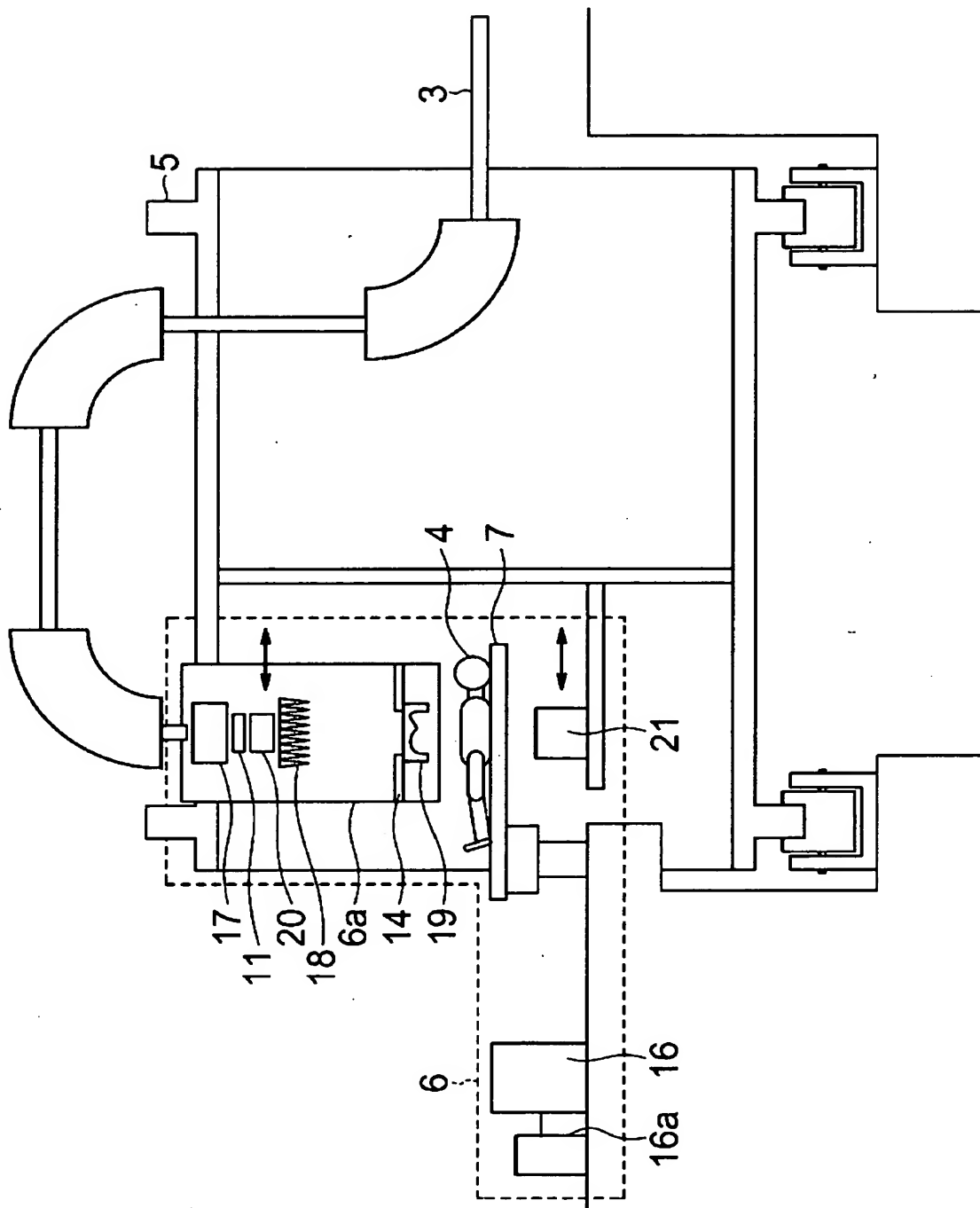
【図 1】



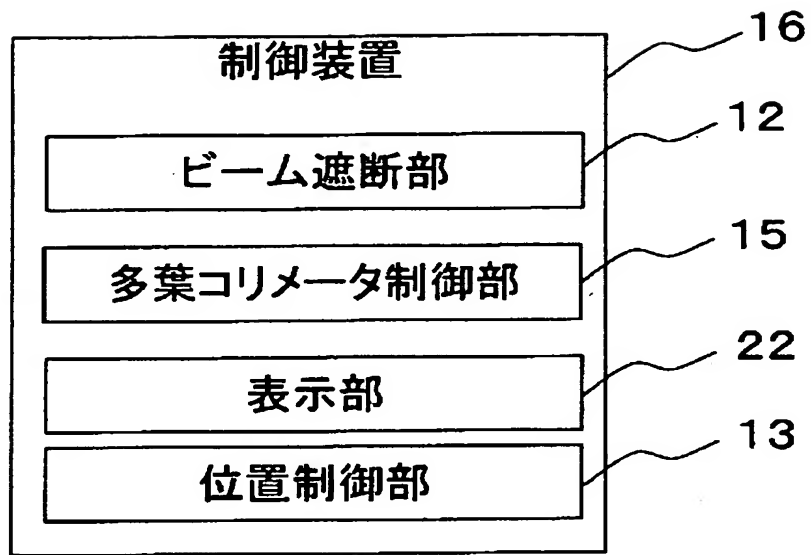
【図 2】



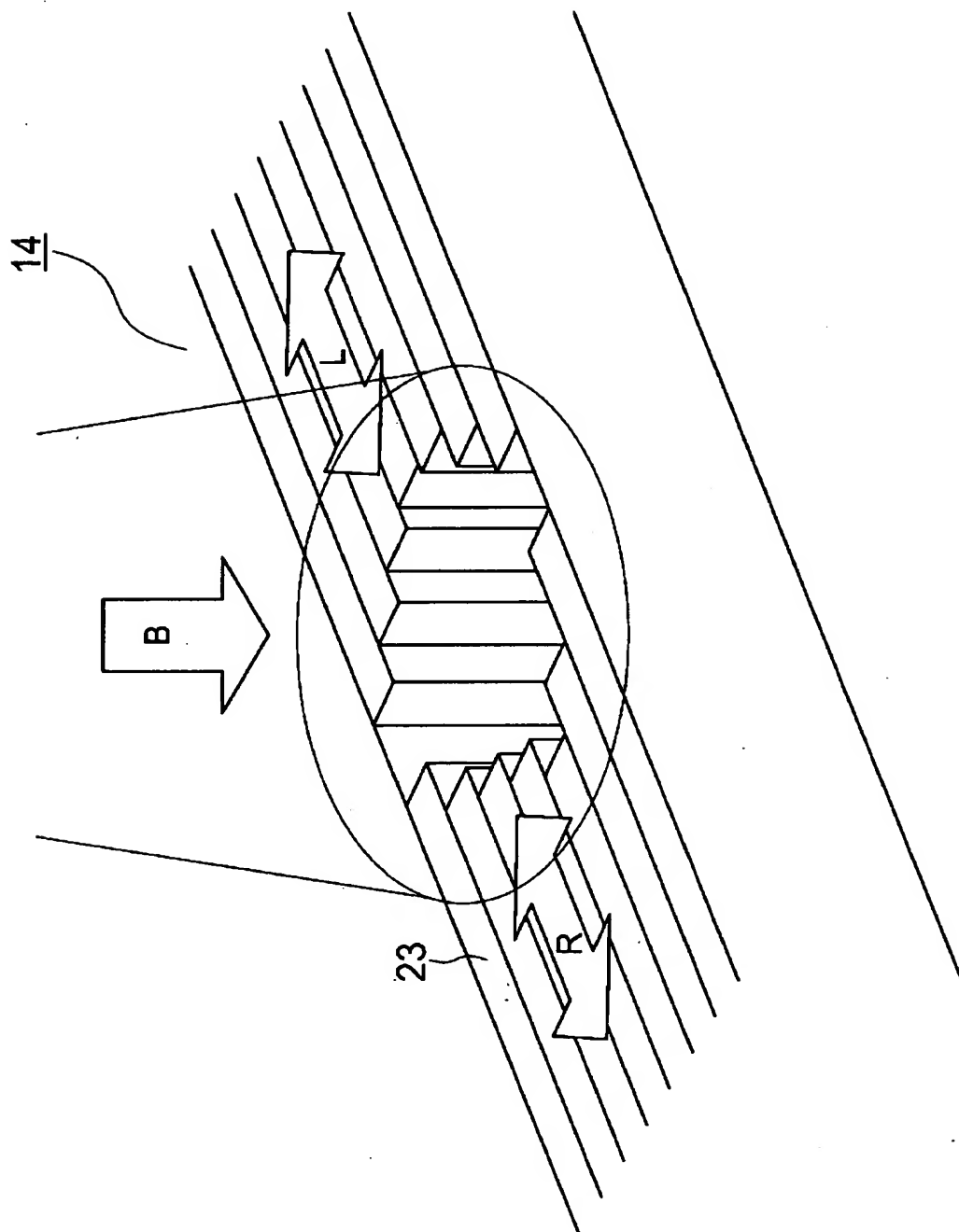
【図 3】



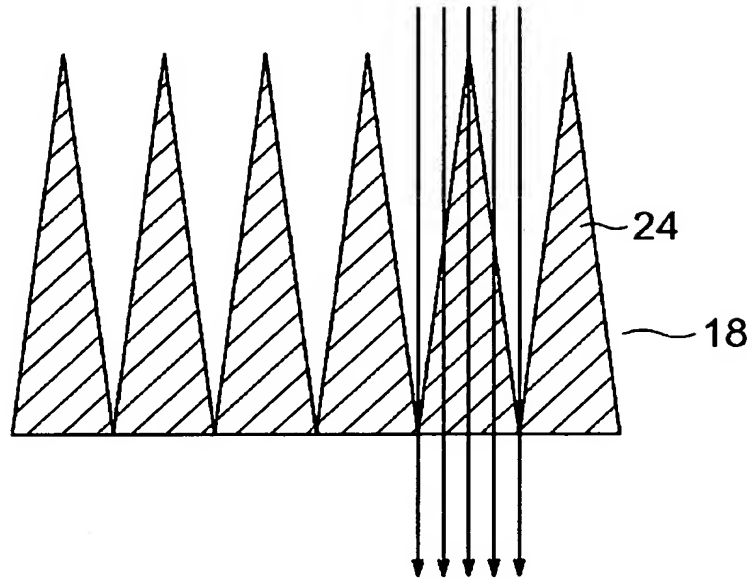
【図 4】



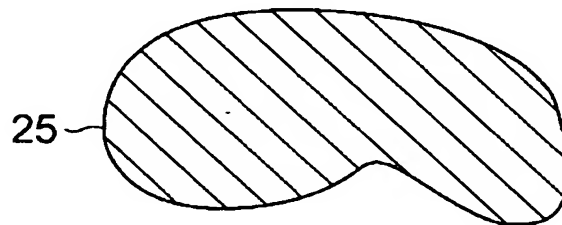
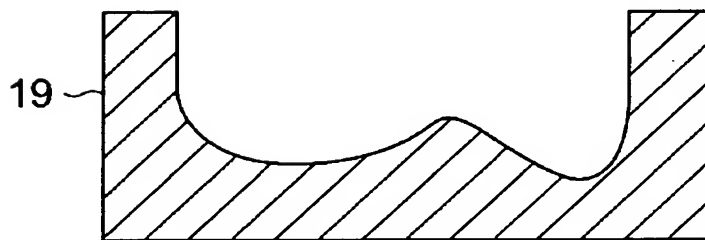
【図 5】



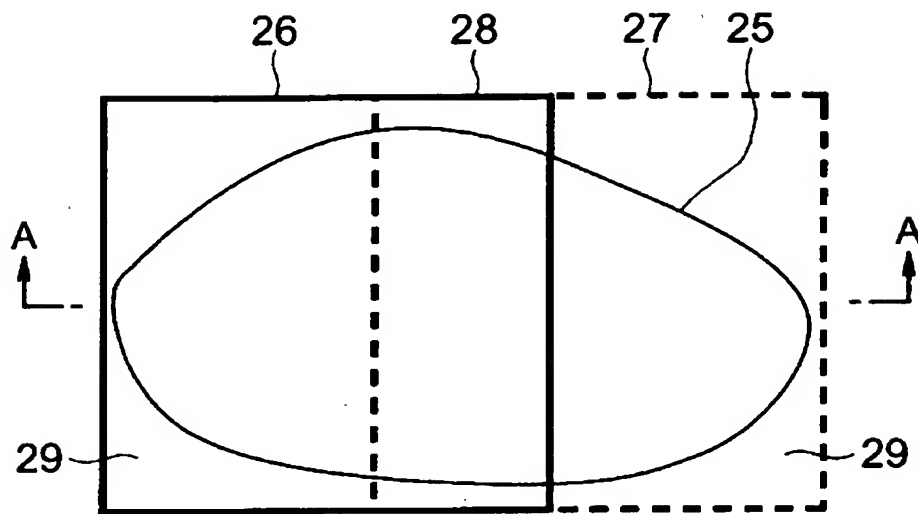
【図 6】



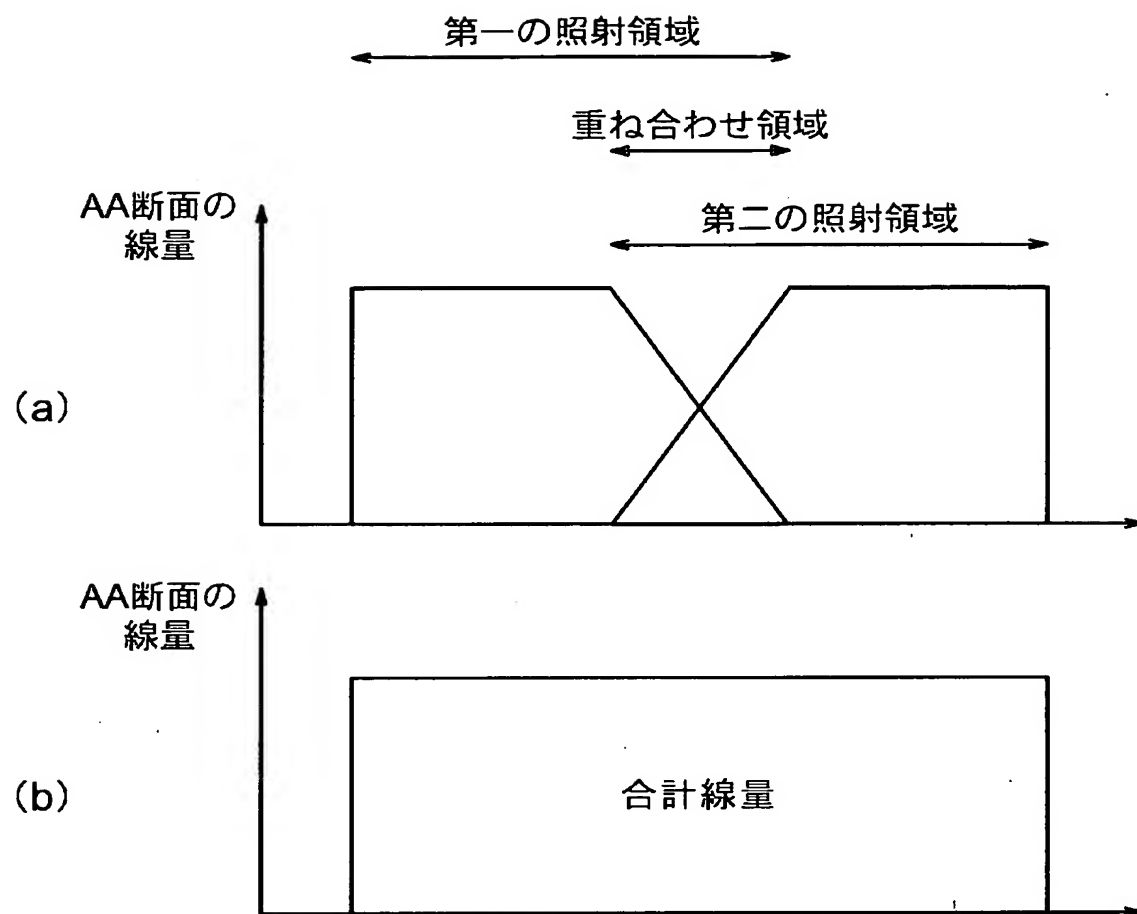
【図 7】



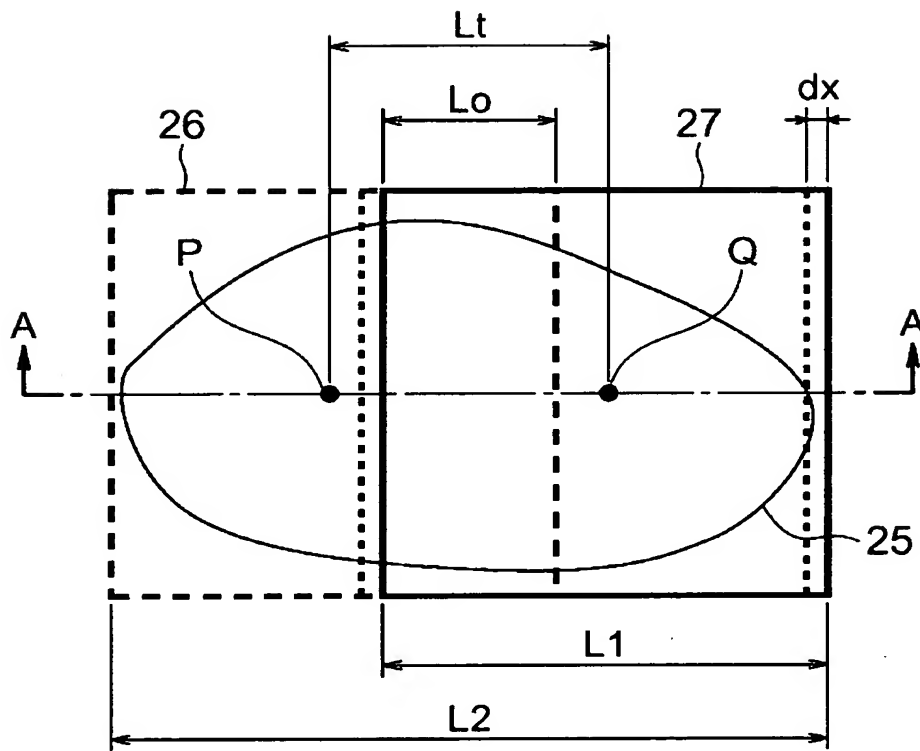
【図 8】



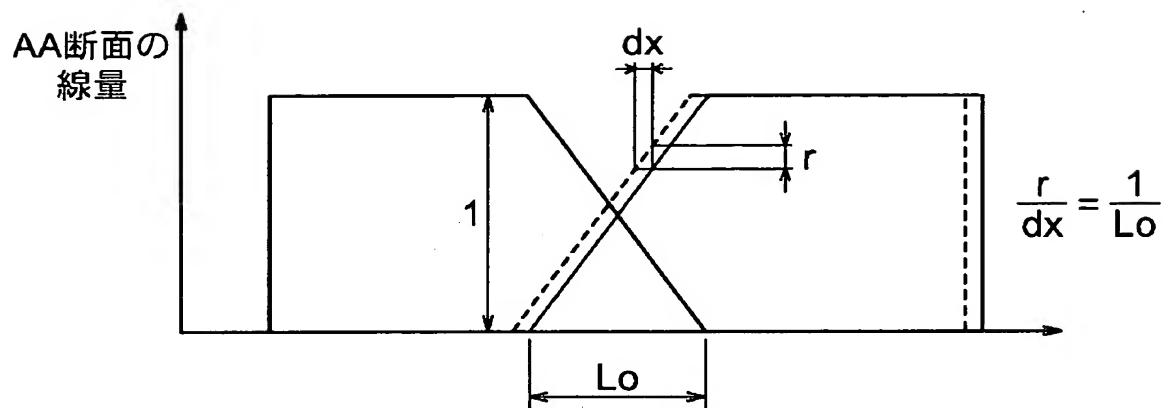
【図 9】



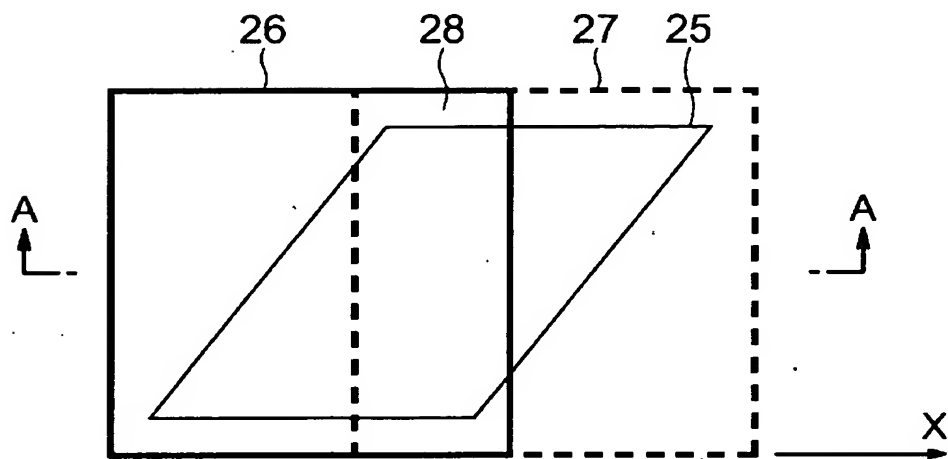
【図 10】



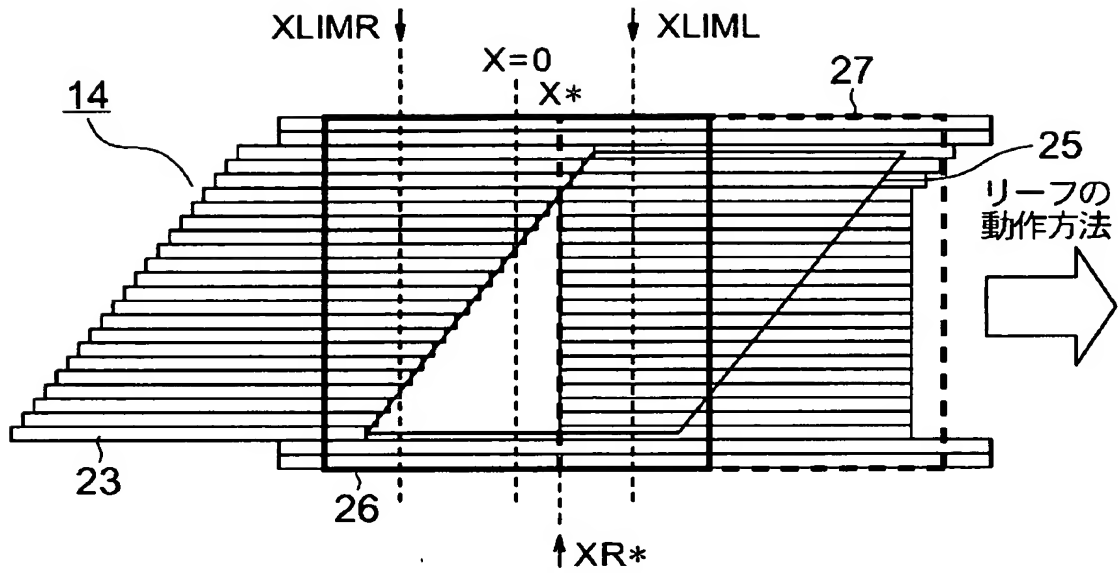
【図 1 1】



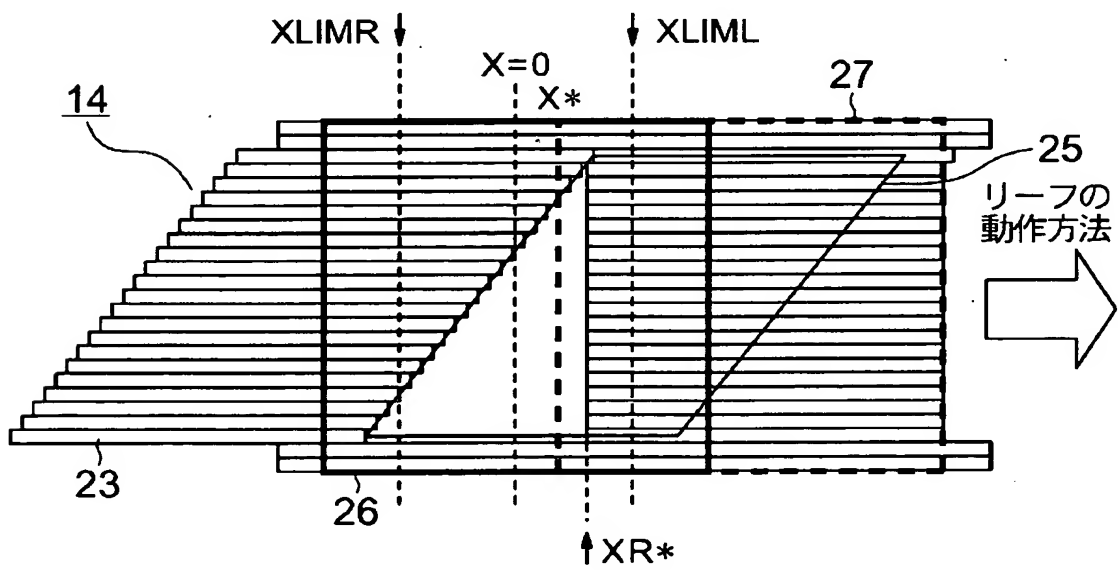
【図 1 2】



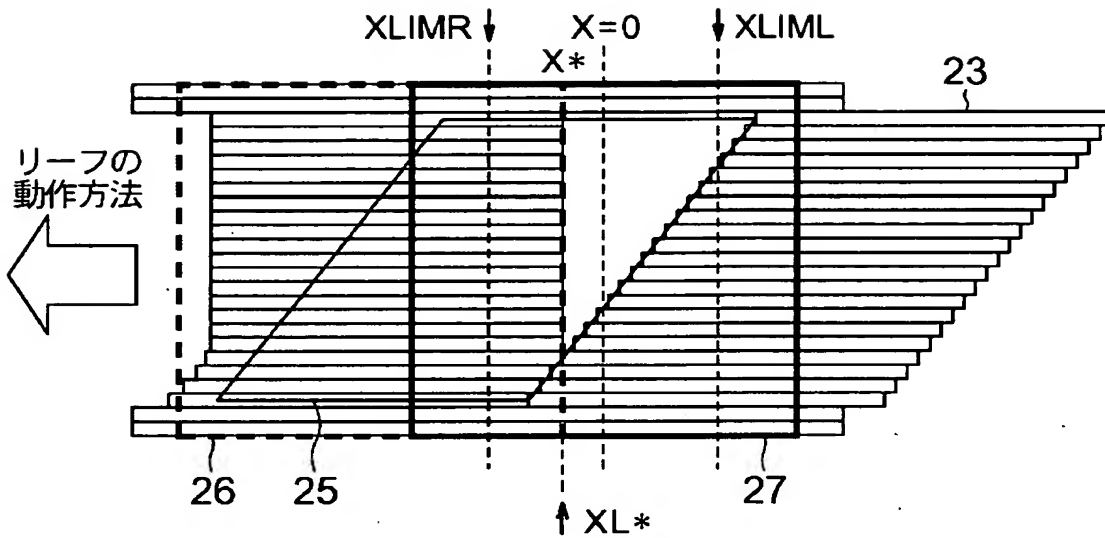
【図 13】



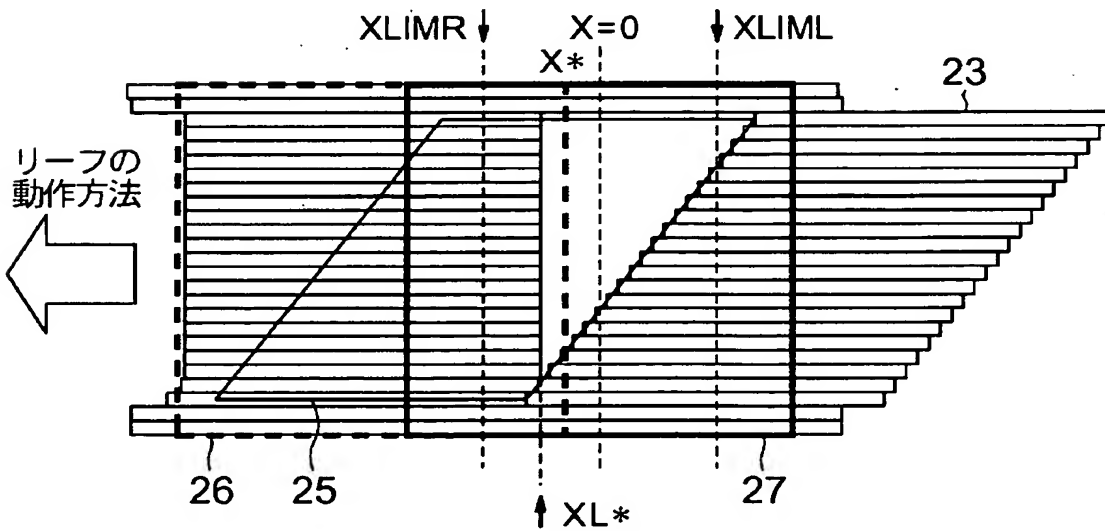
【図 14】



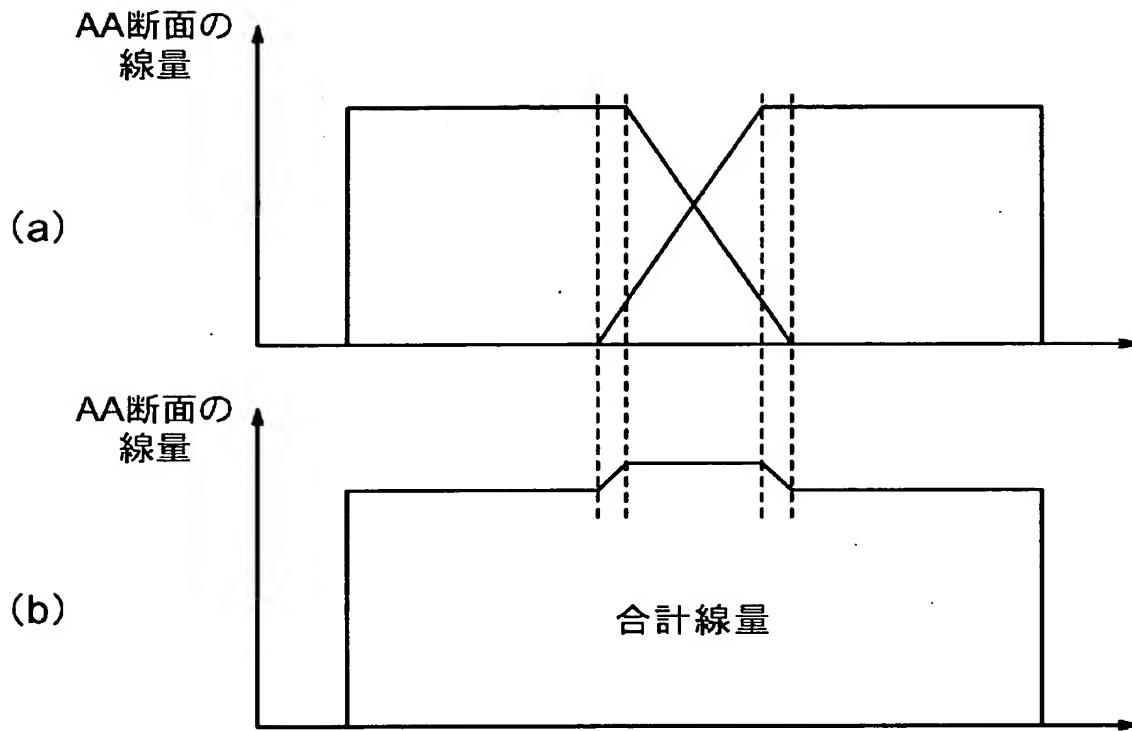
【図 15】



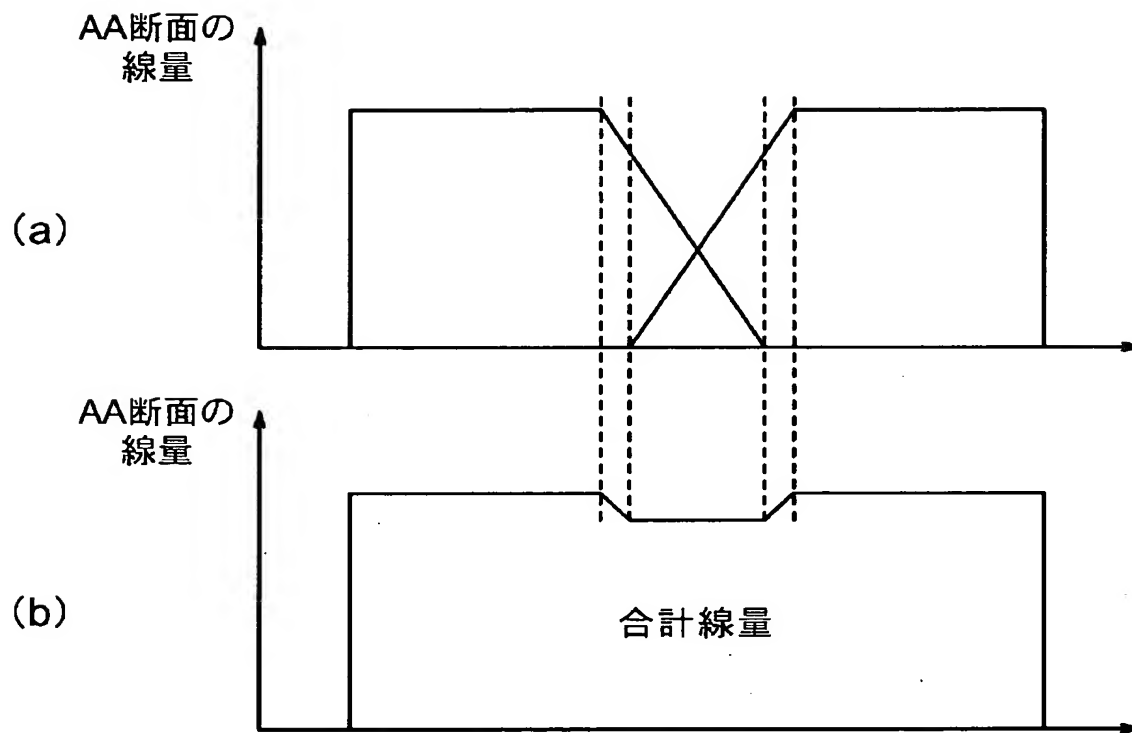
【図 16】



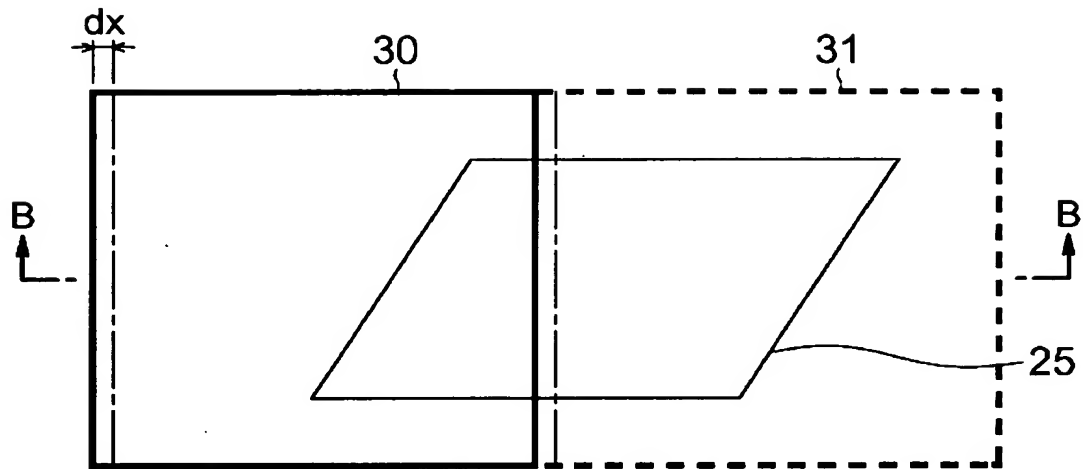
【図 1 7】



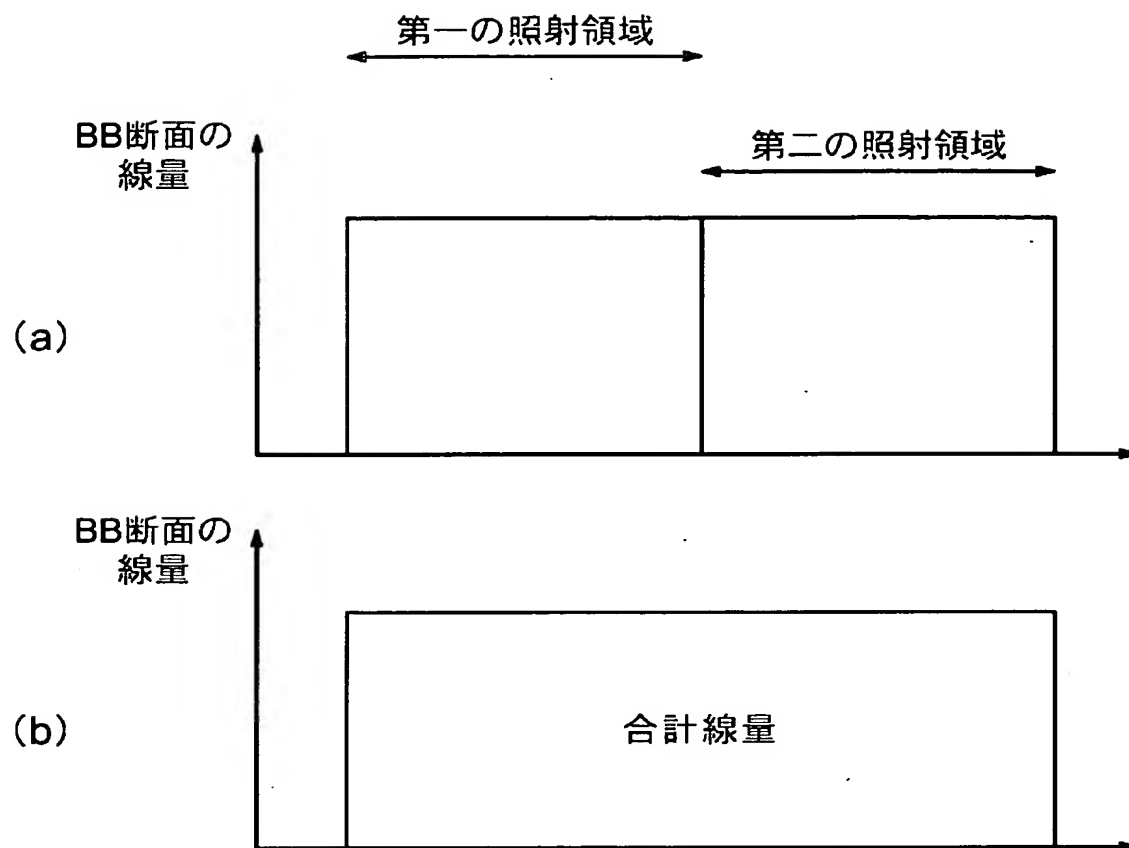
【図 1 8】



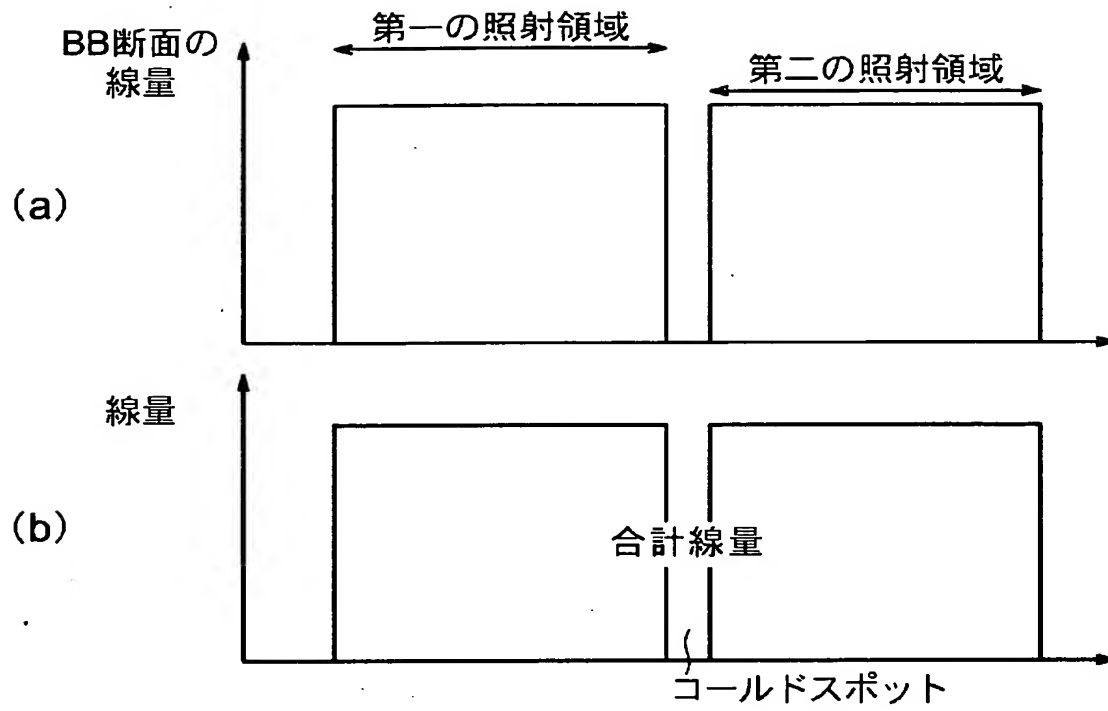
【図 1 9】



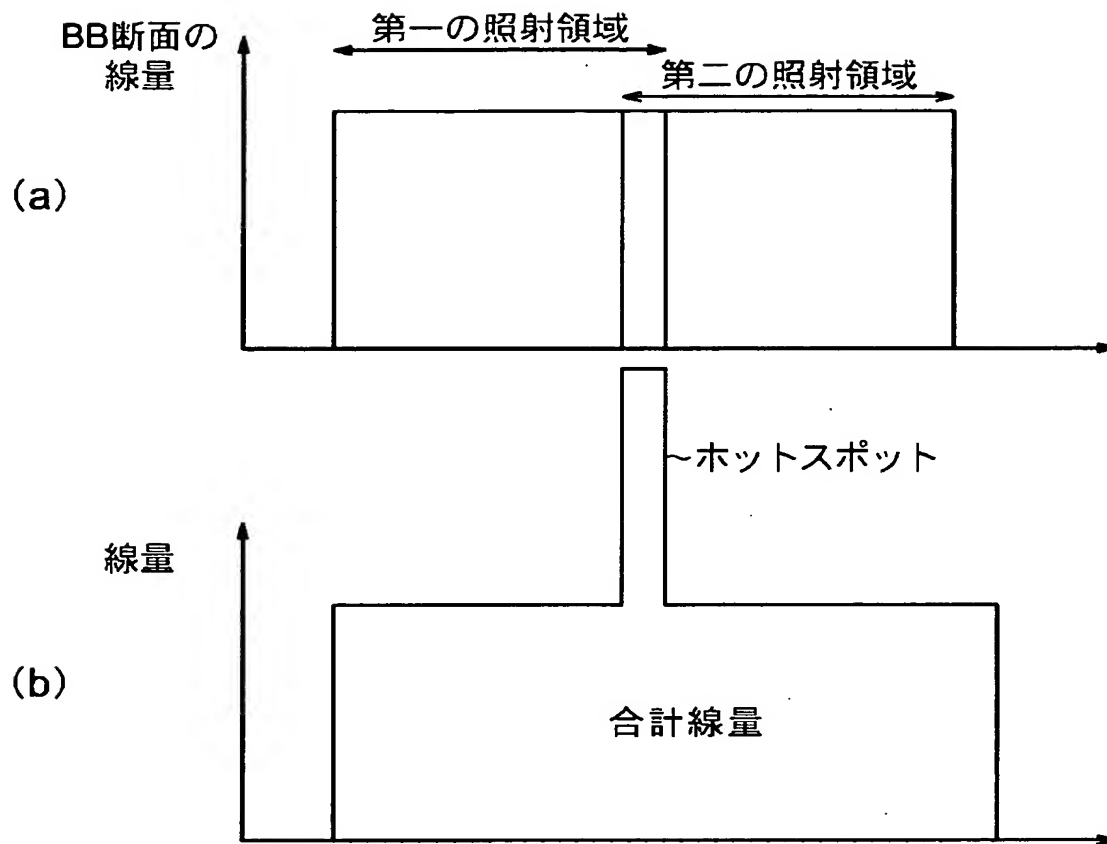
【図 2 0】



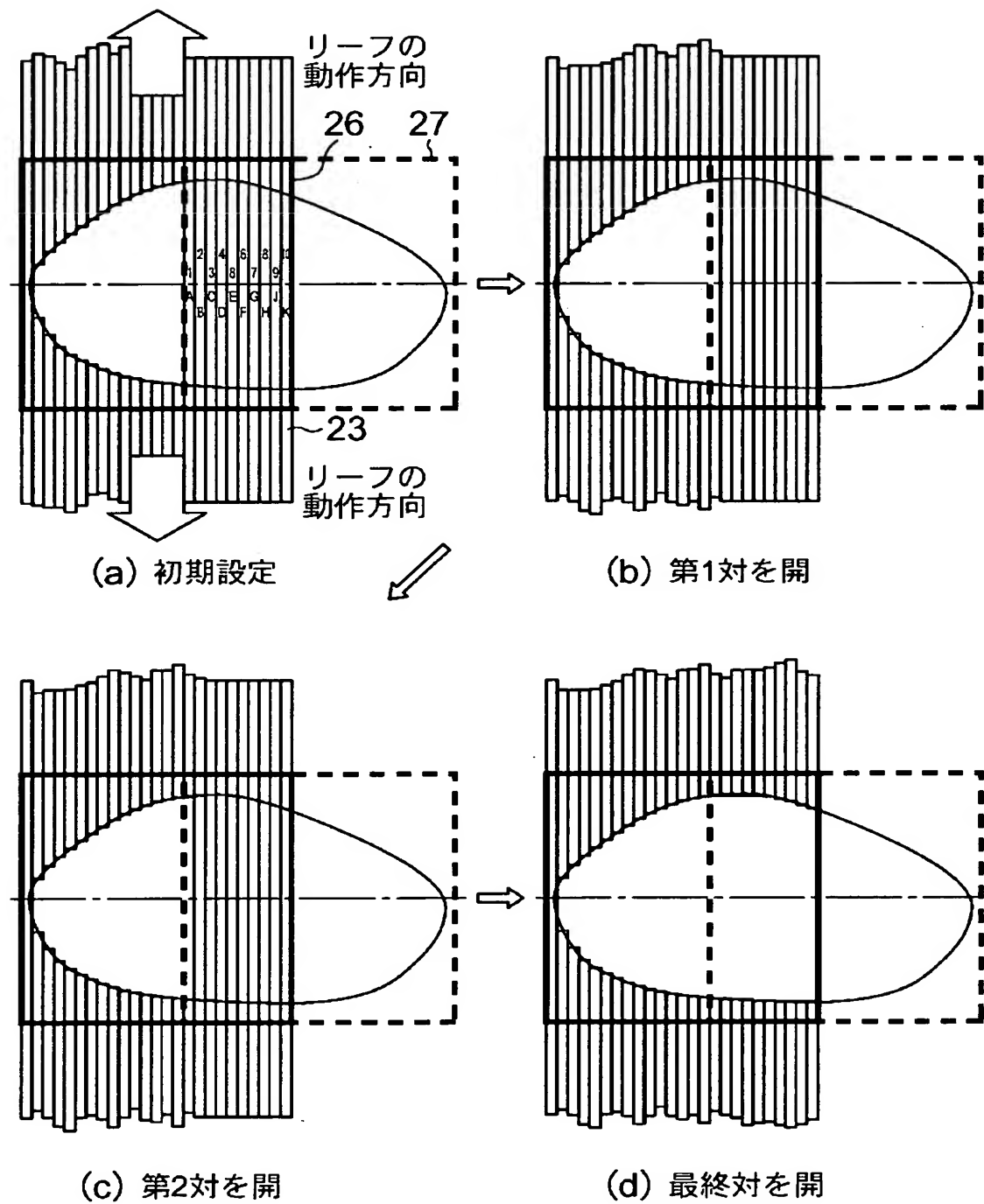
【図 2 1】



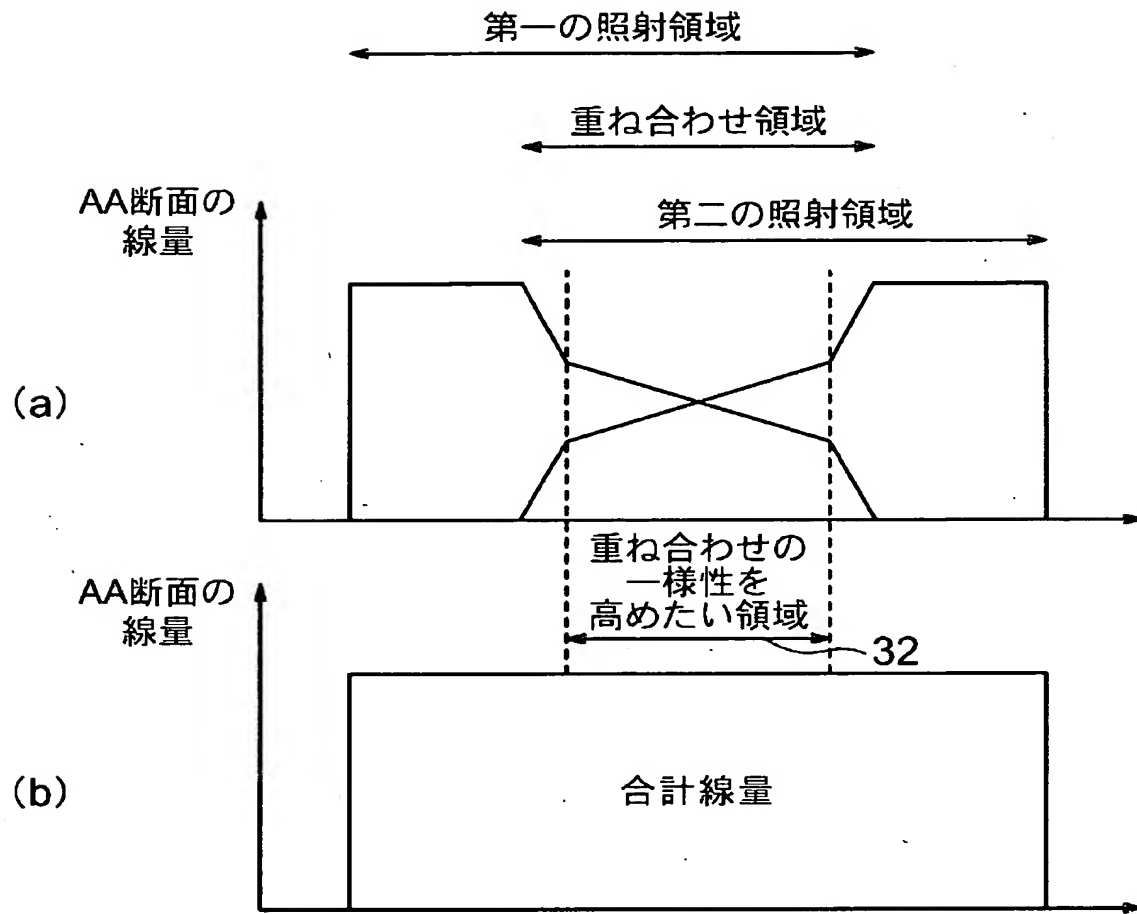
【図 2 2】



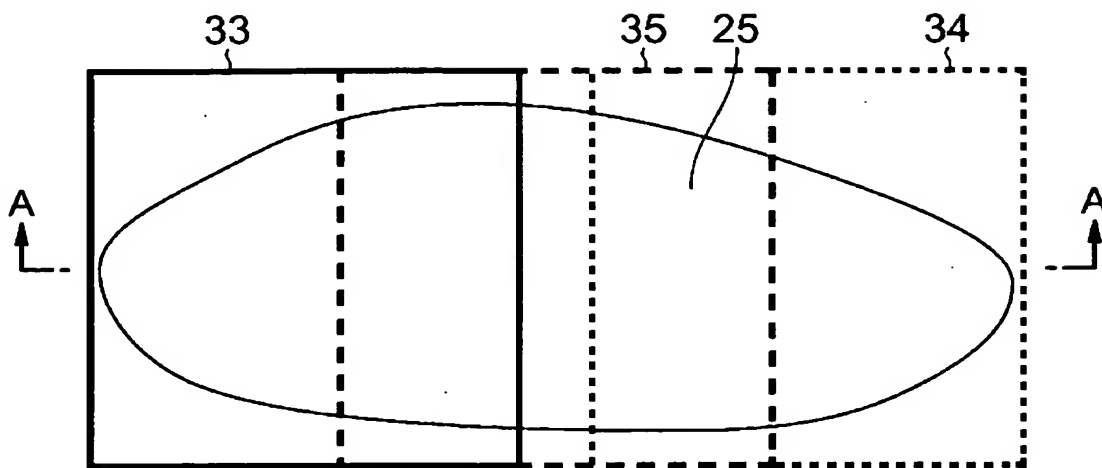
【図 2 3】



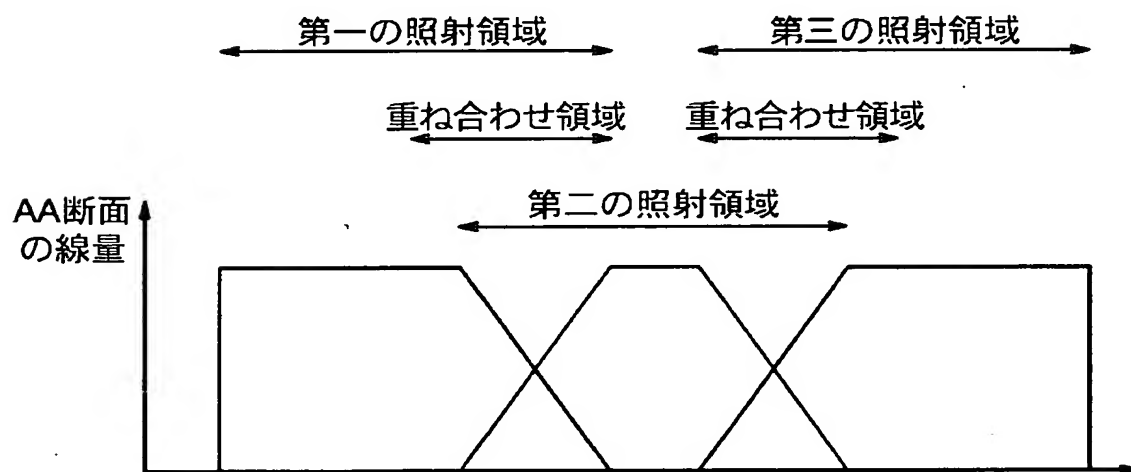
【図 2 4】



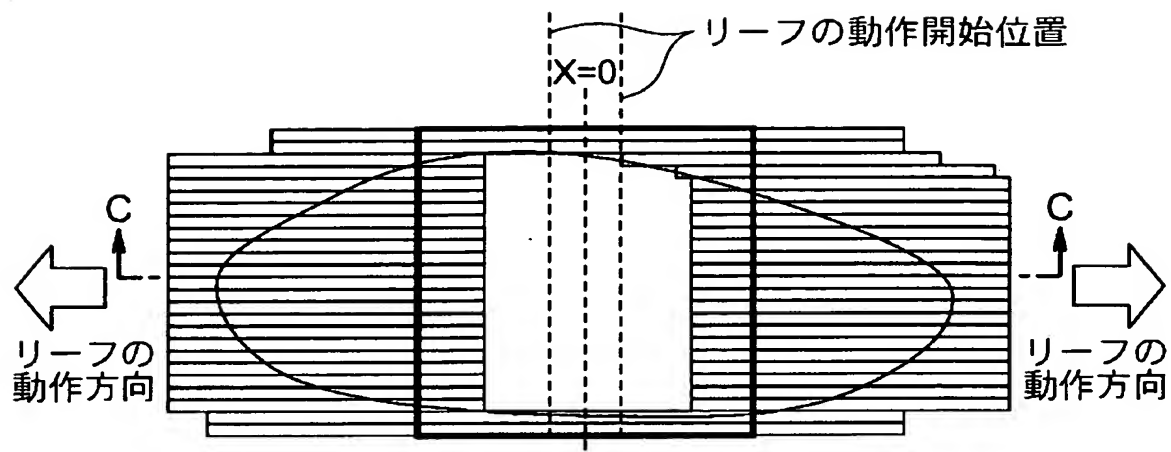
【図 2 5】



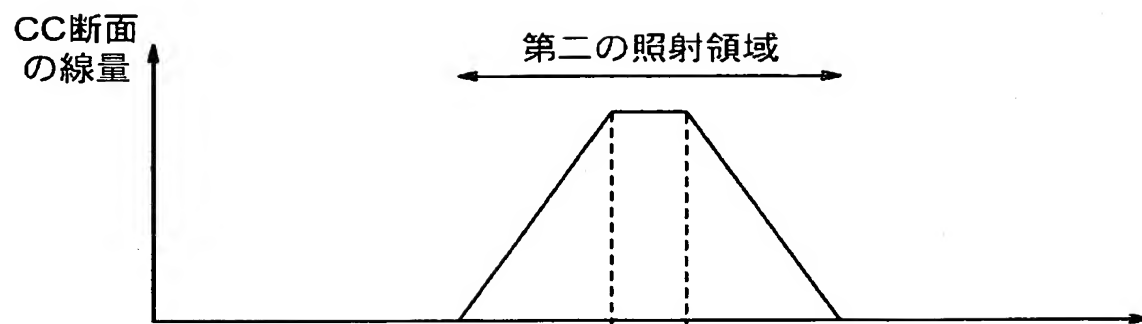
【図 2 6】



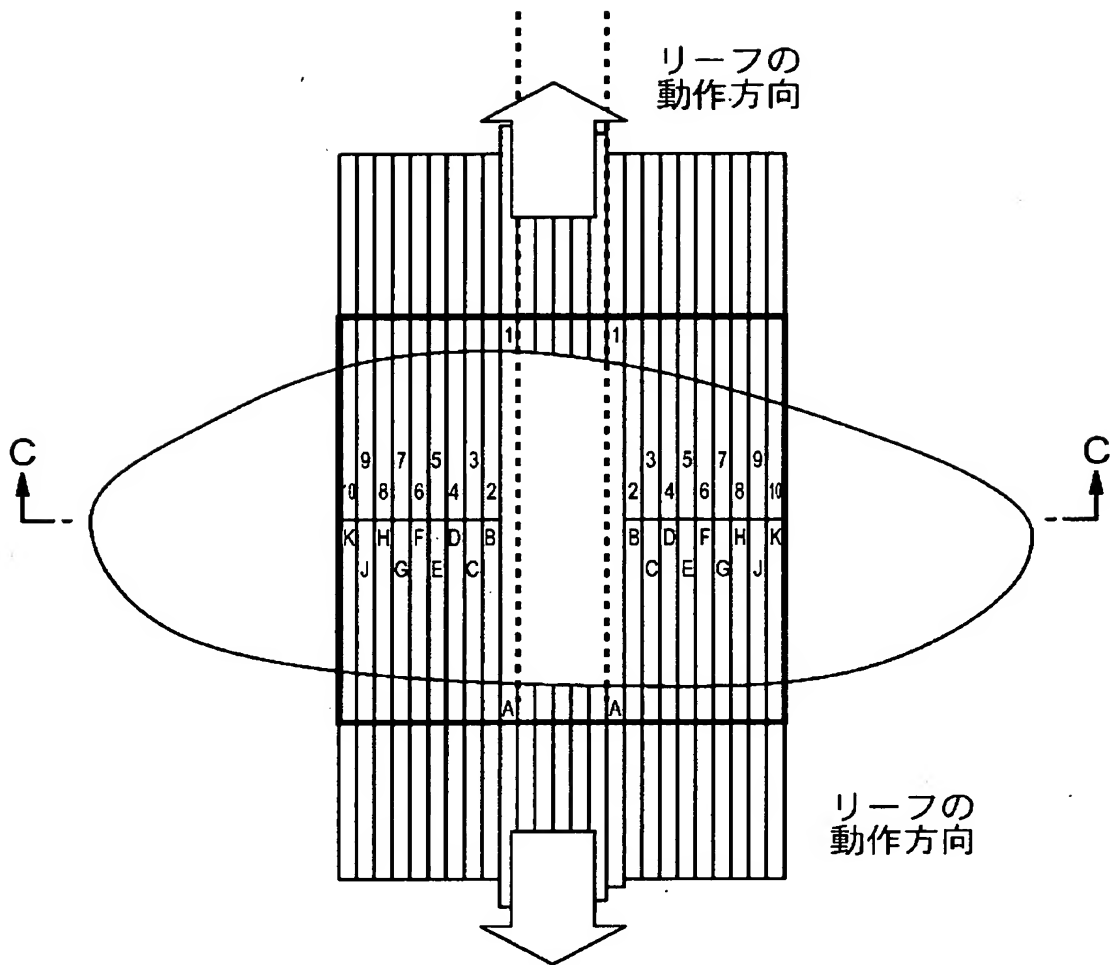
【図 2 7】



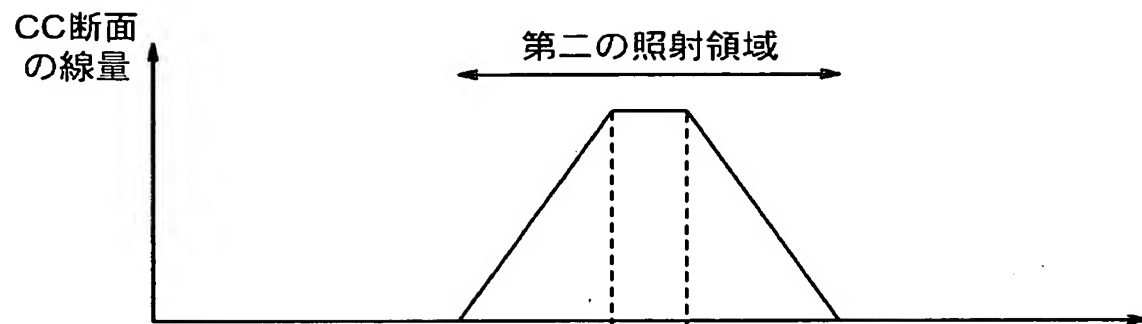
【図 2 8】



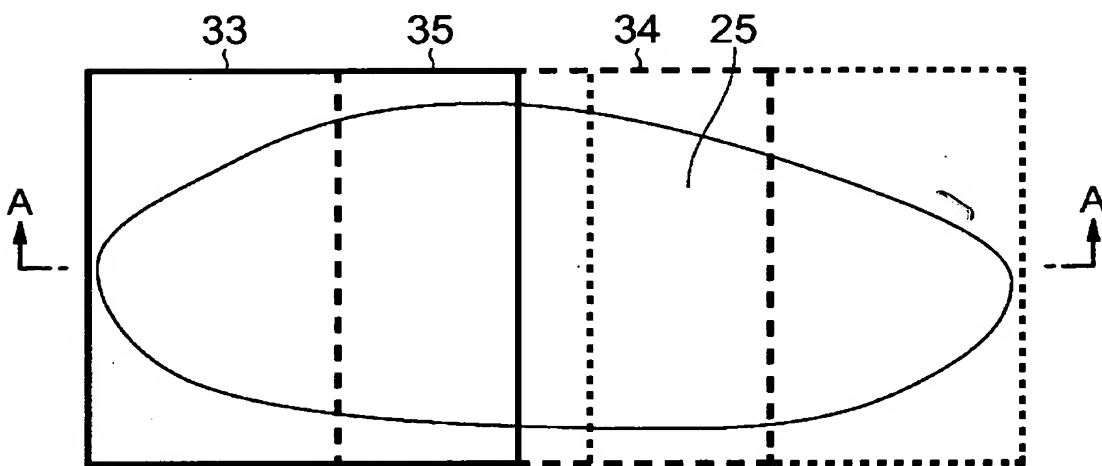
【図 2 9】



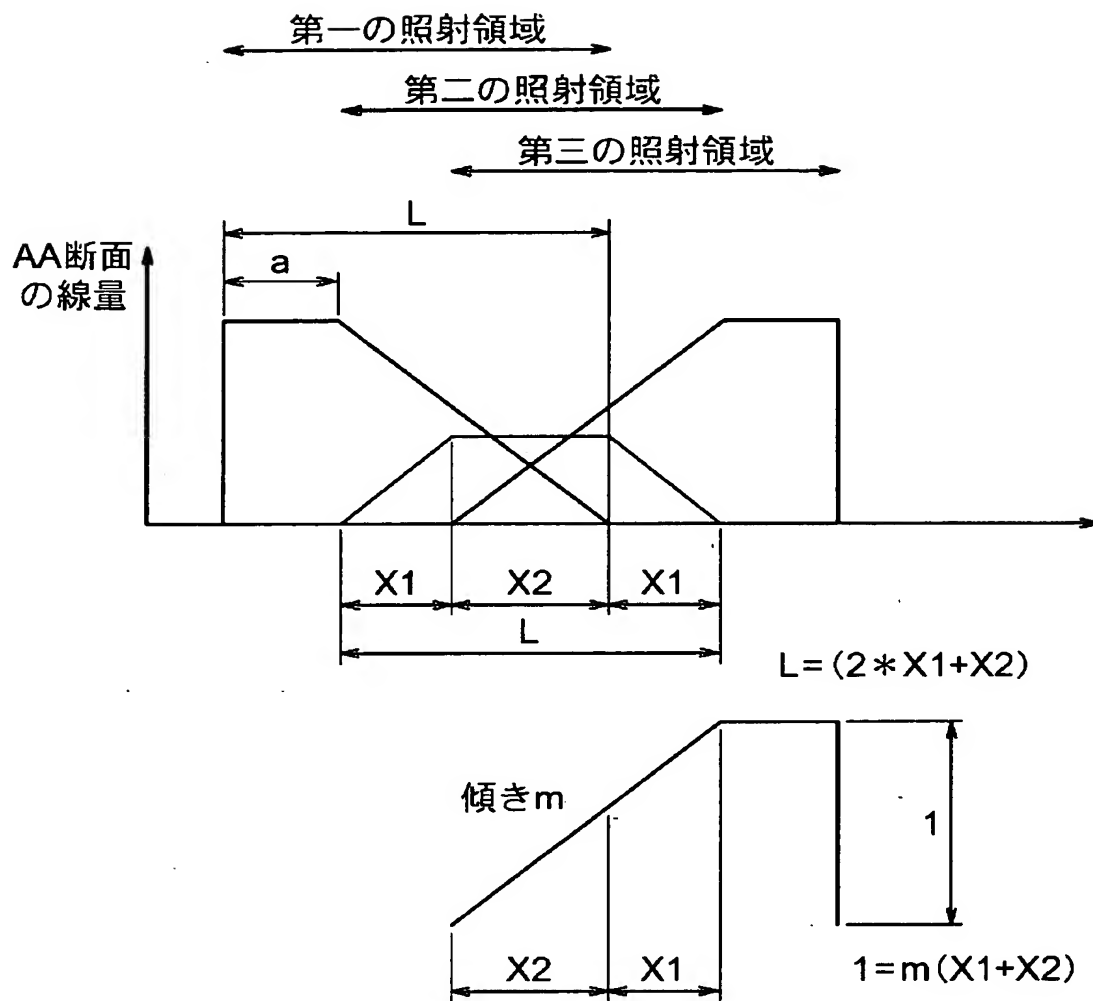
【図 3 0】



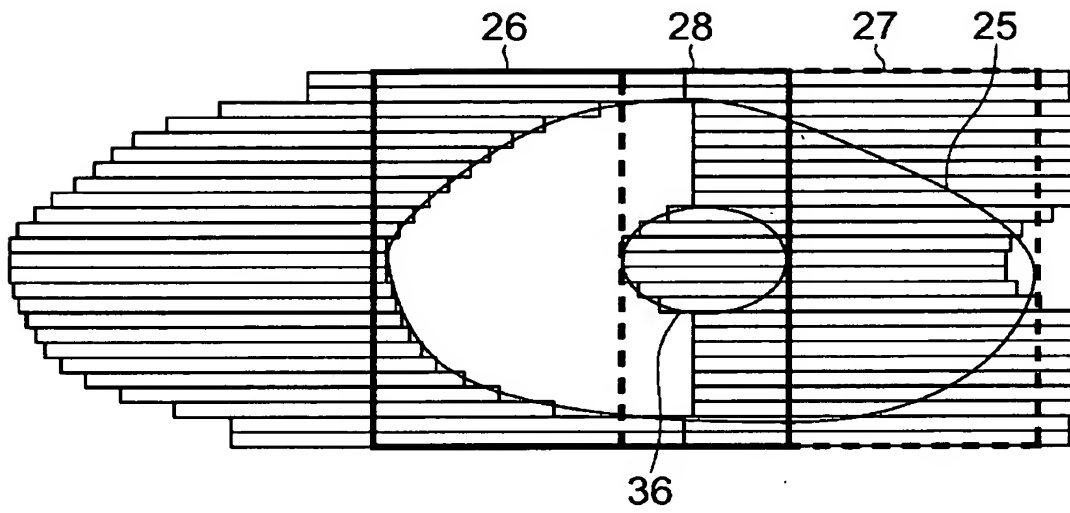
【図 3 1】



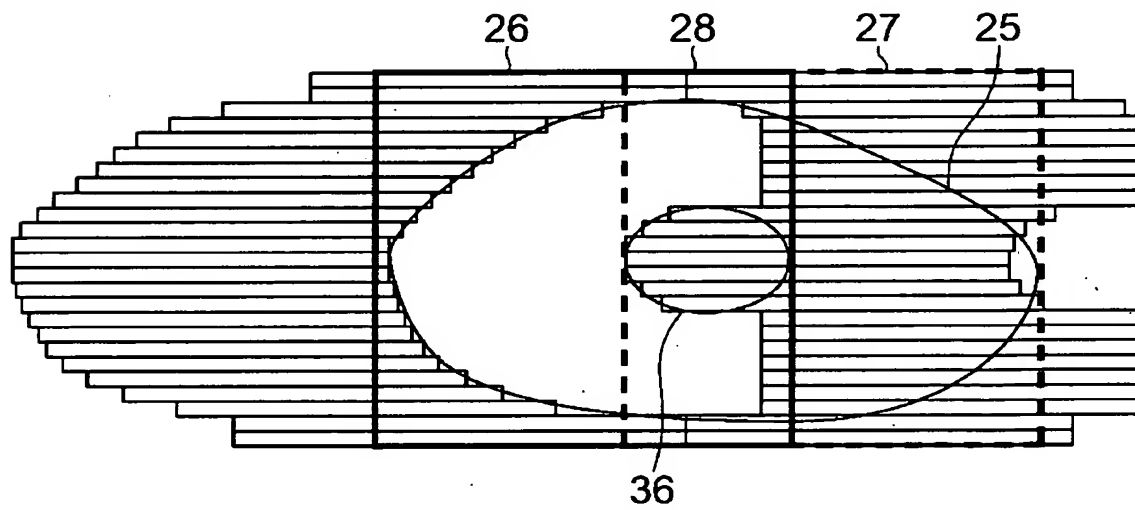
【図 3 2】



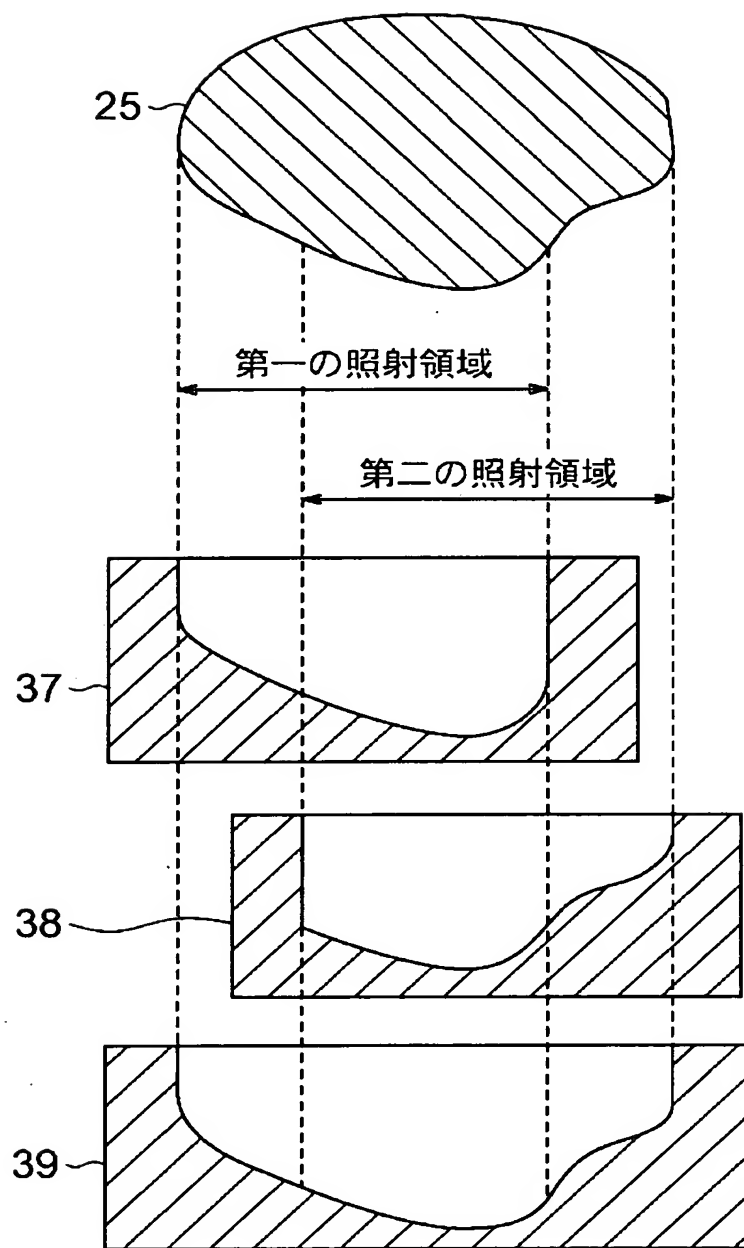
【図 33】



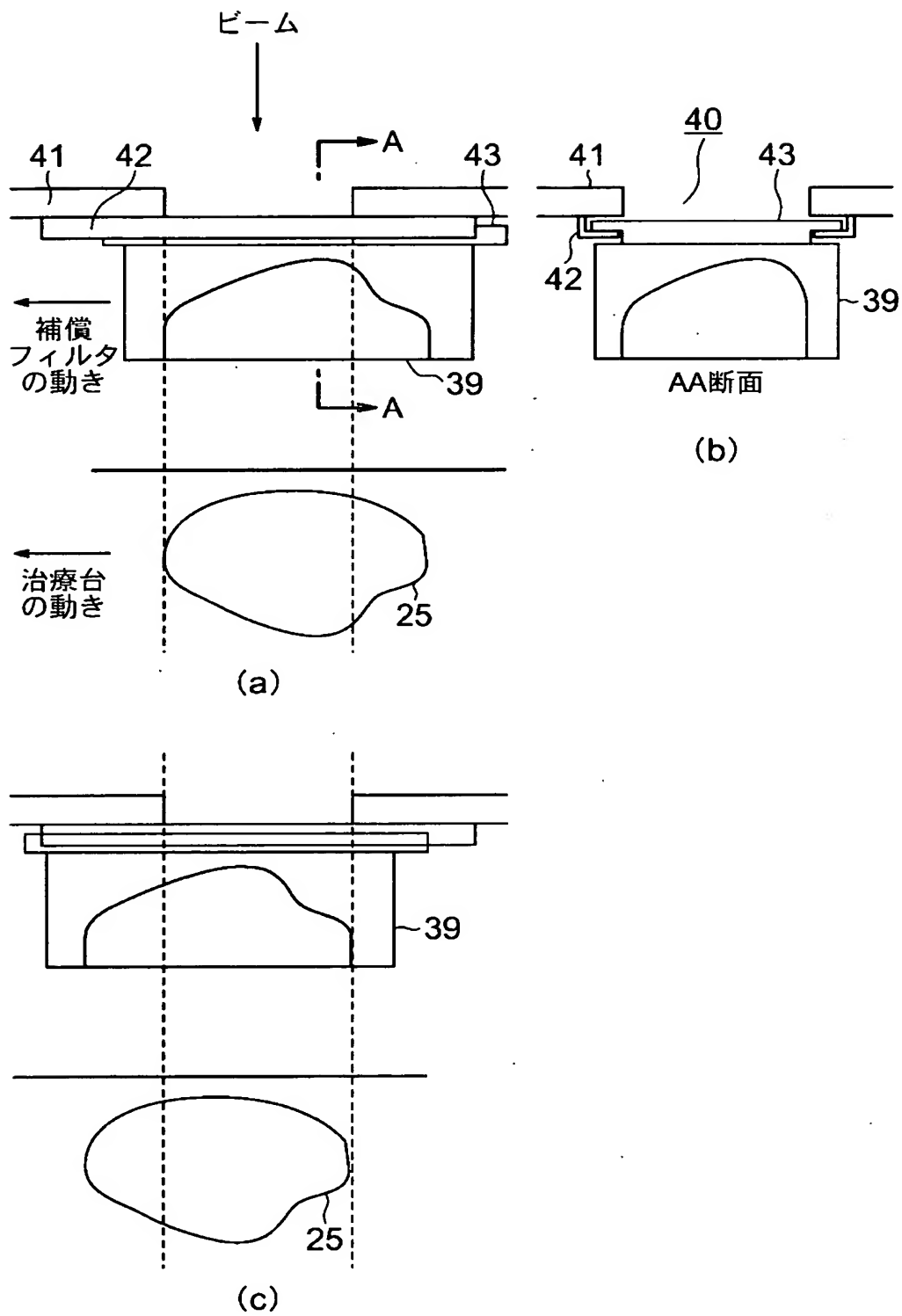
【図 34】



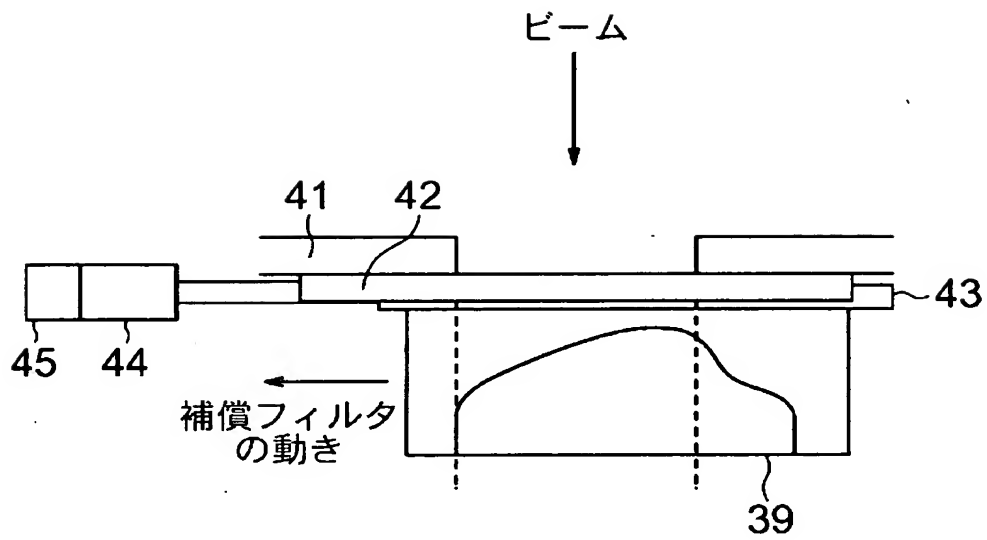
【図 3 5】



【図 36】



【図 3 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 照射野拡大装置の性能を強化することなく、大照射野を有し、線量分布の一様性を確保した放射線照射装置を提供する。

【解決手段】 放射線照射装置は、複数回の放射線ビームの照射を行わせるビーム遮断手段と、複数回の放射線ビームの照射により形成される重畳領域を含む複数の照射領域で被照射箇所全面が照射されるようにする位置制御手段と、各照射領域の重畳領域での線量分布に勾配を持たせ、複数回の放射線ビームの照射により重畳領域を含めて被照射箇所全面に渡り線量分布が平坦になるようにする多葉コリメータ制御手段とを有する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社